

PCT

世界知的所有権機関
国際事務局

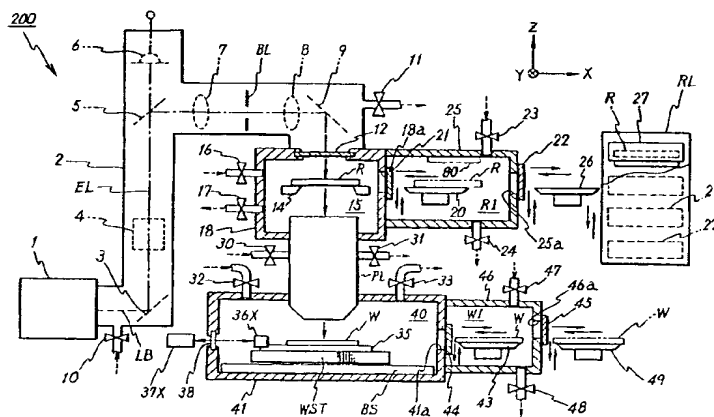
特許協力条約に基づいて公開された国際出願



(51) 国際特許分類7 H01L 21/027, G03F 7/20	A1	(11) 国際公開番号 WO00/55891
		(43) 国際公開日 2000年9月21日(21.09.00)
(21) 国際出願番号 PCT/JP00/00604		
(22) 国際出願日 2000年2月4日(04.02.00)		
(30) 優先権データ 特願平11/66736 1999年3月12日(12.03.99) JP		
(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 株式会社 ニコン(NIKON CORPORATION)[JP/JP] 〒100-8331 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 Tokyo, (JP)	(81) 指定国 AE, AL, AU, BA, BB, BG, BR, CA, CN, CR, CU, CZ, DM, EE, GD, GE, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KP, KR, LC, LK, LR, LT, LV, MA, MG, MK, MN, MX, NO, NZ, PL, RO, SG, SI, SK, TR, TT, UA, US, UZ, VN, YU, ZA, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), ARIPO特許 (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM)	
(72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてののみ) 白石直正(SHIRAISHI, Naomasa)[JP/JP] 〒100-8331 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社 ニコン内 Tokyo, (JP) (74) 代理人 立石篤司(TATEISHI, Atsuji) 〒194-0013 東京都町田市原町田5丁目4番20号 パセオビル5階 Tokyo, (JP)	添付公開書類 国際調査報告書	

(54)Title: EXPOSURE DEVICE, EXPOSURE METHOD, AND DEVICE MANUFACTURING METHOD

(54)発明の名称 露光装置及び露光方法、並びにデバイス製造方法



(57) Abstract

Before a mask (R) is loaded in a mask chamber (15) filled with a specific gas containing impurities whose concentration is less than a first concentration (e.g., 1 PPb) and having a characteristic that the gas absorbs a little the exposure light, the mask (R) is temporarily loaded in a preliminary chamber (R1), and the gas in the preliminary chamber (R1) is replaced with a specific gas containing oxygen whose concentration is one (e.g., 10 ppb) higher than the first concentration by means of a gas replacing mechanism (23, 24). Therefore when the mask (R) for exposure is loaded in the mask chamber thereafter, external impurities (including absorbing gases) hardly mix into the optical path inside the mask chamber. When a wafer (W) is replaced, gas replacement in the preliminary chamber (W1) is similarly carried out.

(57)要約

マスク(R)が、その内部に不純物の含有濃度が第1の濃度(例えば1PPb)未満で露光光の吸収が小さい特性を有する特定ガスが充填されたマスク室(15)内に搬入されるのに先立って予備室(R1)内に一時的に收容されるとガス置換機構(23、24等)により予備室内部の期待が酸素の含有濃度が第1の濃度以上の濃度(例えば10ppb)の特定ガスに置換される。このため、これに続いて露光のためのマスク(R)をマスク室内に搬入する際に、そのマスク室の内部の光路上への外部の不純物(吸収性ガスを含む)の混入がほぼ確実に防止される。基板(W)の交換時にも上記と同様に、予備室(W1)内のガス置換が行われる。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE	アラブ首長国連邦	DM	ドミニカ	KZ	カザフスタン	RU	ロシア
AG	アンティグア・バーブーダ	DZ	アルジェリア	LC	セントルシア	SD	スーダン
AL	アルバニア	EE	エストニア	LI	リヒテンシュタイン	SE	スウェーデン
AM	アルメニア	ES	スペイン	LK	スリ・ランカ	SG	シンガポール
AT	オーストリア	FI	フィンランド	LR	リベリア	SI	スロヴェニア
AU	オーストラリア	FR	フランス	LS	レソト	SK	スロヴァキア
AZ	アゼルバイジャン	GA	ガボン	LT	リトアニア	SL	シエラ・レオネ
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB	英国	LV	ルクセンブルグ	SN	セネガル
BB	バルバドス	GD	グレナダ	LA	ラトヴィア	SZ	スワジランド
BE	ベルギー	GE	グルジア	MA	モロッコ	TD	チャード
BF	ブルキナ・ファソ	GH	ガーナ	MC	モナコ	TG	トーゴ
BG	ブルガリア	GM	ガンビア	MD	モルドヴァ	TJ	タジキスタン
BJ	ベナン	GN	ギニア	MG	マダガスカル	TM	トルクメニスタン
BR	ブラジル	GR	ギリシャ	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア	TR	トルコ
BY	ベラルーシ	GW	ギニア・ビサウ		共和国	TT	トリニダード・トバゴ
CA	カナダ	HR	クロアチア	ML	マリ	TZ	タンザニア
CF	中央アフリカ	HU	ハンガリー	MN	モンゴル	UA	ウクライナ
CG	コンゴ	ID	インドネシア	MR	モーリタニア	UG	ウガンダ
CH	スイス	IE	アイルランド	MW	マラウイ	US	米国
CI	コートジボワール	IL	イスラエル	MX	メキシコ	UZ	ウズベキスタン
CM	カメルーン	IN	インド	MZ	モザンビーク	VN	ヴェトナム
CN	中国	IS	アイスランド	NE	ニジェール	YU	ユーゴスラヴィア
CR	コスタ・リカ	IT	イタリア	NL	オランダ	ZA	南アフリカ共和国
CU	キューバ	JP	日本	NO	ノルウェー	ZW	ジンバブエ
CY	キプロス	KE	ケニア	NZ	ニュージーランド		
CZ	チェコ	KG	キルギスタン	PL	ポーランド		
DE	ドイツ	KP	北朝鮮	PT	ポルトガル		
DK	デンマーク	KR	韓国	RO	ルーマニア		

明 細 書

露光装置及び露光方法、並びにデバイス製造方法

技術分野

本発明は、露光装置及び露光方法、並びにデバイスの製造方法に係り、さらに詳しくは、半導体集積回路、液晶ディスプレイ等の電子デバイスの微細パターンの形成に用いられる露光装置及び露光方法、並びに前記露光装置及び露光方法を用いるデバイス製造方法に関する。

背景技術

従来より、半導体素子（集積回路等）、液晶ディスプレイ等の電子デバイスの微細パターンの形成に際しては、形成すべきパターンを4～5倍程度に比例拡大して描画した、フォトリソグラフィあるいはレチクル（以下、「レチクル」と総称する）のパターンを、ステッパ等の縮小投影露光装置を用いて、ウエハ等の被露光基板上に縮小露光転写する方法が用いられている。

パターンの転写に使用する投影露光装置では、半導体集積回路の微細化に対応するために、その露光波長を、より短波長側にシフトしてきた。現在、その波長はKrFエキシマレーザの248nmが主流となっているが、より短波長のArFエキシマレーザの193nmも実用化段階に入りつつある。そして、さらに短波長の波長157nmのF₂レーザや、波長126nmのAr₂レーザを使用する投影露光装置の提案も行なわれている。

これら波長120nm～200nmの光は真空紫外域に属するが、かかる波長帯域の光束は、光学ガラスに対する透過率が悪く、真空紫外（VUV）光を露光用照明光（露光光）として用いるVUV露光装置で使用可能なレンズ、レチクルの材料は、ホタル石やフッ化マグネシウム、フッ化リチウム等の結晶に

限定される。また、酸素や水蒸気、炭化水素ガス等（以下、適宜「吸収性ガス」と称する）による露光光のエネルギー吸収も極めて大きくなるため、露光光が通る光路から酸素等の吸収性ガスを排除するため、その光路部分の気体を露光光のエネルギー吸収の少ないガス（低吸収性ガス）で置換する必要がある。

真空紫外域の光に対する酸素ガスによる吸収は極めて大きいため、酸素ガスによる吸収を避けるには、光路中の酸素ガスの平均濃度を 1 ppm 程度以下に抑える必要がある。特に光源からレチクル近傍までのいわゆる照明光学系については、その光路の総延長が長く、酸素濃度をより小さな値に抑える必要がある。一方、投影光学系からウエハまでの光路は数ミリから数 10 ミリ程度であり、この部分に多少の酸素等の吸収性ガスが混入していても、光路が短い分、吸収の影響は少ない。

しかしながら、LSI 等の集積回路の量産工程で使用する露光装置は、1 時間あたり 80 枚程度のウエハを露光する必要があるため、頻繁なウエハの交換に際して、投影光学系とウエハとの間の露光光の光路に外部より吸収性ガスが混入する恐れが高い。

また、レチクル近傍の光路に関しても、同様に数 ppm 以下に酸素濃度を維持する必要があるが、レチクルもウエハ同様、装置に対して交換して使用するものであり、交換時に装置外部から吸収性のガスが混入する恐れがある。

これらの要因等によって露光光の光路上に吸収性ガスが混入すると、吸収性ガスの濃度によって、光路内の吸収率（従って透過率）が変動し、ウエハ等の被露光基板上での露光エネルギーが不安定になる。また、光路中に水や有機系の汚染物質が存在する場合、これらが光学素子の表面に微量に付着することは避けられない。これらの汚染物質は、真空紫外光（露光光）に対して強い吸収作用を持つため、光学素子表面に付着した微量な汚染物質に起因して光学系の透過率が低下する。一方、真空紫外光を汚染物質が付着した光学素子表面に照射することにより、該紫外光のエネルギーによって有機物が切断され、光学素子の

表面から除去されるが、このような場合露光光の透過率が上昇する。従って、光路中に汚染物質が存在すると、露光光透過率の変動を招くことになる。

本発明は、かかる事情の下になされたもので、その第1の目的は、真空紫外域の露光光を用いて高精度なパターン転写が可能な露光装置及び露光方法を提供することにある。

また、本発明の第2の目的は、特に、露光光の光路中に存在する吸収性ガスや汚染物質に起因する光路内の露光光透過率などの低下や変動を抑制することができる露光装置及び露光方法を提供することにある。

本発明の第3の目的は、高集積度のデバイスの生産性を向上することができるデバイス製造方法を提供することにある。

発明の開示

本発明は、第1の観点からすると、露光用照明光をマスクに照射して該マスクのパターンを基板上に転写する露光装置であって、前記マスクから前記基板に至る前記露光用照明光の光路の内、少なくとも前記マスク近傍の光路を覆うマスク室を含み、前記マスクがそれぞれ一時的に収容される複数の密閉室を備え、前記各密閉室の内部に、前記露光用照明光の吸収が小さい特性を有する同一あるいは異なる種類の特定ガスがそれぞれ充填されるとともに、少なくとも1つの前記密閉室内部の前記特定ガス中の不純物の含有濃度が前記マスク室内部の前記特定ガス中の前記不純物の含有濃度と異なることを特徴とする第1の露光装置である。

ここで、不純物とは、特定ガス、すなわち露光用照明光の吸収が小さい特性を有するガスと反対の性質である、露光用照明光の吸収が大きい特性を有する物質、例えば酸素、水蒸気、炭化水素ガス等の吸収性ガスや有機系の汚染物質等の総称である。また、特定ガスとは、前述した低吸収性ガスと同義であり、露光用照明光に対して不活性なガスの総称である。本明細書では、このような

意味で「不純物」、「特定ガス」なる用語を用いる。

これによれば、露光に用いられるマスクがそれぞれ一時的に收容される複数の密閉室の内部に、露光用照明光の吸収が小さい特性を有する同一あるいは異なる種類の特定ガスがそれぞれ充填される。このため、露光時にマスクがマスク室に收容される前後においても、マスクは特定ガスが充填されたガス環境下に置かれることになる。従って、露光のためマスクがマスク室に收容された際に、マスク室内部の光路上へ不純物が混入するのをほぼ確実に防止することができる。これにより、露光用照明光のエネルギー吸収に起因するマスク室内部の光路内の露光用照明光の透過率の低下ないしは変動、あるいは照度均一性の低下などを抑制して、安定したかつ十分な露光パワーを得ることが可能になる。

この場合において、少なくとも1つの他の密閉室内部の特定ガス中の不純物の含有濃度がマスク室内部の特定ガス中の不純物の含有濃度と異なるので、露光のためマスクの滞在時間が通常最も長くなるマスク室に比べてマスクの滞在時間の短い他の密閉室の内の少なくとも1つの密閉室内部の特定ガス中の不純物の含有濃度をマスク室内部の特定ガス中の不純物の含有濃度より高く設定できる。そのため、全ての密閉室内の特定ガス環境をマスク室と同等に設定維持する場合に比べて、その設備を簡単なものにすることができ、設備コストの低減も可能である。

本発明に係る第1の露光装置では、前記複数の密閉室は、前記マスク室と、該マスク室に隣接して配置され、前記マスクが前記マスク室への搬入に先立って一時的に收容されるマスク用の予備室とを含むこととすることができる。

この場合において、前記マスク室内に充填される前記特定ガス中の前記不純物の含有濃度は、第1の濃度未満であるとともに、前記マスク用の予備室内に充填される前記特定ガス中の不純物の含有濃度は、前記第1の濃度の10倍～100倍程度の第2の濃度であることとすることができる。例えば、不純物が特定ガス中に含有される有機系の汚染物質である場合、第1の濃度は、1 p p

bあるいは10ppb程度とすることが望ましく、不純物が水である場合には、その10倍（すなわち、10ppbあるいは100ppb）程度としても良く、不純物が酸素等の吸収性ガスである場合には、その更に3倍（すなわち、30ppbあるいは300ppb）程度とすることができる。

この場合において、前記マスク用の予備室は、前記マスク室との境界部に設けられた出入り口を含む、扉によりそれぞれ開閉される2箇所の出入り口を有する場合には、前記マスクの前記マスク室への搬入に先立って、前記マスク用の予備室内部の気体を前記不純物の含有濃度が前記第2の濃度である前記特定ガスに置換するガス置換を行うガス置換機構とを更に備えることとすることができる。かかる場合には、マスクが、その内部に不純物の含有濃度が前記第1濃度である特定ガスが充填されたマスク室に搬入されるのに先立って、外部からマスク用の予備室内に一時的に收容されると、ガス置換機構によりマスク用の予備室内部の気体が不純物の含有濃度が前記第2の濃度である特定ガスに置換される。このため、これに続いて露光のためマスクをマスク室に搬入する際に、そのマスク室内部の光路上への不純物の混入をほぼ確実に防止することができる。これにより、露光用照明光のエネルギー吸収に起因するマスク室内部の光路内の露光用照明光の透過率の低下ないしは変動を抑制して、安定したかつ十分な露光パワーを得ることが可能になる。

この場合において、前記ガス置換機構は、前記マスク用の予備室内に前記マスクが收容された時、前記マスク用の予備室内部の気体を排気してその内圧を一旦減圧した後前記特定ガスを前記マスク用の予備室内に供給することにより、前記ガス置換を行うこととしても良い。かかる場合には、マスク用の予備室内に收容されたマスクに付着（吸着）していた水等を前記減圧の際に効率良く除去することができ、これによりその後にマスクをマスク室に搬入して露光を行う際に、水による露光光の吸収を抑制することができる。通常、マスクの表面に水が付着している場合、この水は露光用照明光の照射により化学的に分解

されて、マスクの表面から除去される。しかしながら、上記の水の化学的分解により露光初期の光量の損失が生じ、この事は露光初期と終期とで実質的な露光量の変動してしまうことを意味し、基板に対する露光量制御性を悪化させる要因となる。これに対し、本発明では水による露光光の吸収を抑制することができるので、結果的に高精度な露光量制御を行なうことが可能となる。

本発明に係る第1の露光装置では、前記マスク用の予備室の前記マスク室との境界部に設けられた前記出入り口を開閉する扉は、高速シャッタであることが望ましい。マスク室に収容する（搬入する）際には、マスク室との境界に設けられた出入り口を開閉する扉が開閉され、このとき、特定ガス中の不純物の含有濃度が第1の濃度であるマスク室と特定ガス中の不純物の含有濃度が第2の濃度であるマスク用の予備室とが連通する。このため、マスク室内の特定ガス中の不純物の含有濃度が上昇するが、この上昇量は前記扉の開放時間に比例する。しかるに、上記の扉として高速シャッタが用いられているので、その開閉を高速に行うことができ、これにより前記マスク室内の特定ガス中の不純物の含有濃度が上昇するのを極力抑制することができる。マスク室からマスクを搬出する際も同様である。

本発明に係る第1の露光装置では、前記複数の密閉室として、マスク室とマスク用の予備室とが設けられる場合、前記マスク用の予備室を構成するチャンバには、前記マスクを収納する開閉可能な扉を有する密閉型のマスクコンテナが搬出入される受け渡しポートが設けられ、前記マスク用の予備室内には、該予備室の内部と外部とを遮断した状態で、前記マスクコンテナの扉を開閉する開閉機構が配置されていても良い。かかる場合には、マスクを収納した密閉型のマスクコンテナがマスク用予備室に設けられた受け渡しポートに搬入された状態で、開閉機構により、マスク用の予備室の内部と外部とを遮断した状態で、扉を開くことができる。そのため、マスクの取り出しに際してマスク用の予備室内に吸収性ガスや有機物系の汚染物質等の不純物が混入するのを防止するこ

とができ、前記不純物がマスクに付着するのを防止することができる。

この場合において、前記マスク用の予備室は、開閉可能な扉を有する隔壁により、前記マスク室に隣接する第1室と、前記開閉機構が配置された第2室とを含む複数の小部屋に区画され、前記第1室内の前記特定ガス中の前記不純物の含有濃度は、前記第1の濃度以上で前記第2室内の前記特定ガス中の前記不純物の含有濃度未満となるように、前記各小部屋内の特定ガス中の前記不純物の含有濃度が設定されることとしても良い。かかる場合には、露光のためマスクが搬入されるマスク室から最も遠い第2室内の特定ガス中の不純物の含有濃度が最も高くなるように、各小部屋内の特定ガス中の前記不純物の含有濃度が設定される。そのため、各小部屋内の特定ガス濃度を効率良く所望の濃度に容易に設定することができるとともに、最もマスク室に近い第1室内の特定ガスの濃度が最も高くなるので、マスクをマスク室に搬入する際に、マスクとともに不純物がマスク室内部の光路上へ混入するのをほぼ確実に防止することができる。

本発明に係る第1の露光装置では、マスク用の予備室を構成するチャンバに設けられた受け渡しポートに搬入及び搬出される、前記マスクコンテナは、前記扉がその底部に設けられているボトム・オープンタイプのマスクコンテナ（マスクキャリア）であっても良い。勿論、このマスクコンテナは、FOUP（Front Opening Unified Pod）タイプのマスクコンテナ（マスクキャリア）であっても良い。

本発明に係る第1の露光装置では、前記複数の密閉室として、マスク室とマスク用の予備室とが設けられる場合、前記マスクの搬送経路中には、前記マスクに紫外域のエネルギービームを照射するエネルギービーム射出部が設けられていても良い。かかる場合には、搬送中のマスクにエネルギービーム射出部から紫外域のエネルギービームを照射することにより、マスク表面に付着した水分や有機物等の不純物を露光前に除去することができる。この場合、マスク予備室内で

前述した減圧による水分の除去を必ずしも行わなくても良い。

ここで、エネルギービーム射出部は、ランプ等のエネルギービームのビーム源（射出源）であっても良く、あるいは紫外線源（露光用光源を含む）からの紫外光を導入する光ファイバあるいは引き回し光学系の射出端部であっても良い。

この場合において、前記エネルギービーム射出部は、前記マスク用の予備室内に設けられてても良い。かかる場合には、マスク用の予備室内のガス置換を、減圧を伴うことのない、ガスフローによって行っても特に支障が生じない。

本発明に係る第1の露光装置では、前記複数の密閉室として、マスク室とマスク用の予備室とが設けられる場合、前記マスク用の予備室内に、前記マスクを前記マスク室に対して搬入及び搬出するマスク搬送系が配置されていても良い。かかる場合には、必ずしもマスク室内にマスクの搬送系を設ける必要がないので、その分マスク室の容積を小さくすることができる。すなわち、通常特定ガス中の不純物の含有濃度を低くする必要がある、マスク室の容積を小さくできるので、マスク室内の特定ガス環境を設定維持するための設備を簡略化することができる、設備コストを低減することができる。

本発明に係る第1の露光装置では、前記マスクから出射される前記露光用照明光を前記基板上に投射する投影光学系を更に備える場合、前記マスク室は、前記マスクと前記投影光学系との間の光路を覆うものであっても良い。通常、投影光学系は鏡筒とその鏡筒に保持される光学素子とによって構成されるので、その鏡筒の内部空間に特定ガスを充填しておくことにより、マスクから投影光学系の像面側の端部までの露光光の光路上への不純物の混入を防止することができる。

本発明に係る第1の露光装置では、前記マスクを保管するマスク保管部と；前記マスク保管部と前記マスク室との間で前記マスクを搬送するマスク搬送系とを更に備えることとすることができる。かかる場合には、マスク保管部内にマスクが保管され、マスク搬送系によって、マスク保管部とマスク室との間で

マスクが搬送されるので、マスクを外部から搬送する場合に比べて搬送時間の短縮が可能である。

この場合において、前記マスク保管部は、前記マスクを複数保管するマスクライブラリであっても良い。かかる場合には、マスクライブラリ内にマスクが複数枚保管され、マスク搬送系によって、マスク保管部とマスク室との間でマスクが搬送されるので、マスクを外部から１枚１枚搬送する場合に比べて、搬送時間を著しく短縮することが可能になる。

この場合において、前記マスクライブラリは、前記マスクをマスクケース内に収納した状態で保管し、前記保管中の前記マスクケース内に前記特定ガスを供給可能なガス供給機構を更に備えることとすることができる。かかる場合には、マスクライブラリに保管中にガス供給機構によってマスクケース内に特定ガスを充填することができ、保管中のマスクを特定ガス環境下におくことができる。

この場合において、マスク搬送系は、マスクライブラリ内のマスクケースからマスクを取り出した状態で搬送しても良いが、前記マスクケースは、前記マスクを少なくとも１枚収納する、開閉可能な扉を有する密閉型のマスクケースである場合には、前記マスク搬送系は、前記マスクをマスクケース内に収納した状態で前記マスク室を除くいずれかの密閉室まで搬送し、該密閉室の内部には、前記マスクケースの扉を開閉する扉開閉機構が設けられていても良い。かかる場合には、マスクライブラリから扉開閉機構が設けられた所定の密閉室内までの搬送中におけるマスクケース内への不純物の混入を防止することができ、マスクケース内のマスクを露光の妨げとなる汚染源（吸収性ガスを含む）から隔離した理想的な状態下でマスクケースと一体でマスクの搬送を行うことができる。

本発明に係る第１の露光装置では、前記マスク保管部は、前記マスク室を除くいずれかの密閉室の外部若しくは内部に配置された前記マスクを少なくとも

1枚収納する、開閉可能な扉を有する密閉型のマスクコンテナであり、前記いずれかの密閉室内には、該密閉室の内部と外部とを隔離した状態で前記マスクコンテナの扉を開閉する開閉機構が設けられていても良い。かかる場合には、開閉機構により、所定の密閉室の内部と外部とを遮断した状態で、マスクを収納した密閉型のマスクコンテナの扉を開くことができる。そのため、マスクの取り出しに際してマスク用の予備室内に吸収性ガスや有機物系の汚染物質等の不純物が混入するのを防止することができ、前記不純物がマスクに付着するのを防止することができる。

本発明に係る第1の露光装置では、前記マスクから前記基板に至る前記露光用照明光の光路の内、少なくとも前記基板近傍の光路を覆い、その内部に前記特定ガスが充填された密閉室から成る基板室を更に備えることができる。かかる場合には、基板室内にも特定ガスが充填されているので、基板室内部の光路上への不純物の混入をほぼ確実に防止することができる。これにより、露光時の露光用照明光のエネルギー吸収に起因するマスク室内部の光路内の露光用照明光の透過率の低下ないしは変動、及び基板室内部の光路内の露光用照明光の透過率の低下ないしは変動を抑制して、一層安定したかつ十分な露光パワーを得ることが可能になる。

この場合において、前記基板室に隣接して配置され、前記基板の前記基板室への搬入に先立って前記基板を一時的に收容する密閉室から成る基板用の予備室と；前記基板用の予備室内部の気体を前記特定ガスに置換するガス置換を行うガス置換機構とを更に備えることとすることができる。かかる場合には、基板が、基板室内に搬入されるのに先立って基板用の予備室内に一時的に收容されると、ガス置換機構により基板用の予備室内部の気体が特定ガスに置換される。このため、これに続いて露光のため基板を基板室内に搬入する際に、その基板室内部の光路上への不純物の混入をほぼ確実に防止することができる。これにより、基板交換を頻繁に行っても、露光用照明光のエネルギー吸収に起因す

る基板室内部の光路内の露光用照明光の透過率の低下ないしは変動を抑制することができる。

本発明に係る第1の露光装置では、基板室を備える場合に、前記マスクから出射される前記露光用照明光を前記基板上に投射する投影光学系を更に備え、前記基板室は、前記基板と前記投影光学系との間の光路を覆うものであっても良い。通常、投影光学系は鏡筒とその鏡筒に保持される光学素子とによって構成されるので、その鏡筒の内部空間に特定ガスを充填しておくことにより、投影光学系の物体面側の端部から基板までの露光光の光路上への不純物の混入を防止することができる。

本発明は、第2の観点からすると、露光用照明光をマスクに照射して該マスクのパターンを基板上に転写する露光装置であって、前記マスクから前記基板に至る前記露光用照明光の光路の内、少なくとも前記基板近傍の光路を覆う基板室を含み、前記基板がそれぞれ一時的に收容される複数の密閉室を備え、前記各密閉室の内部に、前記露光用照明光の吸収が小さい特性を有する同一あるいは異なる種類の特定ガスがそれぞれ充填されるとともに、少なくとも1つの前記密閉室内部の前記特定ガス中の不純物の含有濃度が前記基板室内部の前記特定ガス中の前記不純物の含有濃度と異なることを特徴とする第2の露光装置である。

これによれば、露光に用いられる基板がそれぞれ一時的に收容される複数の密閉室の内部に、露光用照明光の吸収が小さい特性を有する同一あるいは異なる種類の特定ガスがそれぞれ充填される。このため、露光時に基板が基板室に收容される前後においても、基板は特定ガスが充填されたガス環境下に置かれることになる。従って、露光のため基板が基板室に收容された際に、基板室内部の光路上へ不純物が混入するのをほぼ確実に防止することができる。これにより、露光用照明光のエネルギー吸収に起因する基板室内部の光路内の露光用照明光の透過率の低下ないしは変動あるいは照度均一性の低下などを抑制して、

安定したかつ十分な露光パワーを得ることが可能になる。この場合において、少なくとも1つの他の密閉室内部の特定ガス中の不純物の含有濃度が基板室内部の特定ガス中の不純物の含有濃度と異なるので、露光のため基板の滞在時間が通常最も長くなる基板室に比べて基板の滞在時間の短い他の密閉室の内の少なくとも1つの密閉室内部の特定ガス中の不純物の含有濃度を基板室内部の特定ガス中の不純物の含有濃度より高く設定できる。そのため、全ての密閉室内の特定ガス環境を基板室と同等に設定維持する場合に比べて、その設備を簡単なものにすることができ、設備コストの低減も可能である。

本発明に係る第2の露光装置では、前記複数の密閉室は、前記基板室と、該基板室に隣接して配置され、前記基板が前記基板室への搬入に先立って一時的に収容される基板用の予備室とを含むことができる。

この場合において、前記基板用の予備室は、前記基板室との境界部に設けられた出入り口を含む、扉によりそれぞれ開閉される2箇所の出入り口を有する場合、前記基板の前記基板室への搬入に先立って、前記基板用の予備室内部の気体を前記不純物の含有濃度が所定の濃度の特定ガスに置換するガス置換を行うガス置換機構を更に備えることができる。かかる場合には、基板が、基板室内に搬入されるのに先立って基板用の予備室内に一時的に収容されると、ガス置換機構により基板用の予備室内部の気体が特定ガスに置換される。このため、これに続いて露光のため基板を基板室内に搬入する際に、その基板室内部の光路上への不純物の混入をほぼ確実に防止することができる。これにより、露光用照明光のエネルギー吸収に起因する基板室内部の光路内の露光用照明光の透過率の低下ないしは変動を抑制することができる。

この場合において、前記基板室との境界部に設けられた前記出入り口を開閉する扉は、高速シャッタであることが望ましい。基板を基板室に収容する（搬入する）際には、基板室との境界部に設けられた出入り口を開閉する扉が開閉され、このとき、特定ガス中の不純物の含有濃度が相互に異なる基板室と基板

用の予備室とが連通する。通常、基板室内の特定ガス中の不純物の含有濃度が基板用の予備室より低く設定されるので、基板室内の特定ガス中の不純物の含有濃度が上昇する。しかるに、この上昇量は前記扉の開放時間に比例するが、上記の扉として高速シャッタが用いられているので、その開閉を高速に行うことができ、これにより前記基板室内の特定ガス中の不純物の含有濃度が上昇するのを極力抑制することができる。基板室から基板を搬出する際も同様である。

本発明に係る第2の露光装置では、前記ガス置換機構は、前記基板用の予備室内に前記基板が收容された時、前記基板用の予備室内部の気体を排気してその内圧を一旦減圧した後前記特定ガスを前記基板用の予備室内に供給することにより、前記ガス置換を行うこととしても良い。かかる場合には、基板用の予備室内に收容された基板に付着（吸着）していた水等を前記減圧の際に効率良く除去することができ、これによりその後に基板を基板室に搬入して露光を行う際に、水による露光光の吸収を抑制することができる。通常、基板の表面に水が付着している場合、この水は露光用照明光の照射により化学的に分解されて、基板の表面から除去される。しかしながら、上記の水の化学的分解により露光初期の光量の損失が生じ、この事は露光初期と終期とで実質的な露光量に変動してしまうことを意味し、基板に対する露光量制御性を悪化させる要因となる。これに対し、本発明では水による露光光の吸収を抑制することができるので、結果的に高精度な露光量制御を行なうことが可能となる。

本発明に係る第2の露光装置では、前記基板用の予備室内に、前記基板を前記基板室に対して搬入及び搬出する基板搬送系が配置されていても良い。かかる場合には、必ずしも基板室内に基板の搬送系を設ける必要がないので、その分基板室の容積を小さくすることができる。すなわち、通常特定ガス中の不純物の含有濃度を低くする必要がある、基板室の容積を小さくできるので、基板室内の特定ガス環境を設定維持するための設備を簡略化することができ、設備

コストを低減することができる。

本発明に係る第2の露光装置では、前記基板を保持して移動する基板ステージと；前記基板ステージに設けられた反射面に光透過窓を介して測長ビームを投射し、その反射光を受光して前記基板ステージの位置を検出する干渉計とを更に備えていても良い。かかる場合には、基板ステージが収納された基板室に光透過窓を設けることにより、その基板室の外部に干渉計本体を配置することができ、干渉計を構成するディテクタ等から発生する微量の吸収性ガスが露光用照明光の光路中に混入して露光に悪影響を及ぼすのを回避することができる。

本発明に係る第2の露光装置では、前記基板を保持してガイド面に沿って移動する基板ステージと；前記基板ステージに設けられ、前記ガイド面に対して前記特定ガスを吹き付けてガイド面との間の空隙内の前記特定ガスの静圧により前記基板ステージを前記ガイド面に対して非接触で浮上支持する気体静圧軸受け装置とを更に備えていても良い。かかる場合には、基板ステージの浮上を気体静圧軸受けを用いて行ってもそれに起因して吸収性ガスが基板ステージが収納された基板室内に混入して露光に悪影響を及ぼすのを回避することができるとともに、平面モータ（あるいはリニアモータ）等により、基板ステージを非接触で2次元方向にかつ高速に駆動することにより、機械的な案内面の精度等に影響されず高精度に位置制御することが可能となる。

本発明は、第3の観点からすると、露光用照明光をマスクに照射して該マスクのパターンを基板上に転写する露光装置であって、前記露光用照明光を用いた前記基板の露光のため前記マスクが收容されるとともに、その内部に前記露光用照明光の吸収が小さい特性を有する特定ガスが充填される密閉室と；前記密閉室内での前記マスクを用いた露光の終了後に、前記マスクを収納する密閉型のマスクケース内に前記特定ガスを充填するガス充填機構とを備える第3の露光装置である。

これによれば、密閉室内でのマスクを用いた露光の終了後に、マスクケース内にマスクが収納されるが、このマスクケース内には、ガス充填機構により、特定ガスが充填される。従って、露光開始前にマスクケース内に特定ガスを充填しておく場合には、露光終了後にマスクケース内に特定ガスを再度充填することが可能になる。すなわち、露光開始前、露光開始後にマスクケース内に収納されたマスクを特定ガス環境下におくことができる。これにより、保管中（非使用時）の、レチクル表面への水の付着等を防止することができるという効果をも得ることができる。このため、マスクケース内に収納されたマスクを取り出してマスク室に搬入して露光を行ったり、露光終了後にマスクケース内にマスクを収納し、そのマスクを取り出して再度露光を行う際に、マスクとともに不純物が密閉室内に混入するのを極力抑制することができる。これにより、露光用照明光のエネルギー吸収に起因する密閉室内部の光路内の露光用照明光の透過率の低下ないしは変動を抑制することができる。

本発明に係る第1、第2の露光装置において、前記ガス置換機構は、前記特定ガスを流し続けることにより前記ガス置換を行うこととしても良い。特に、ペリクルが装着されていないマスクなどの場合に好適である。

また、本発明に係る第1、第2の露光装置において、一旦減圧後に特定ガスを供給するという手法を用いる場合、前記ガス置換機構は、前記ガス置換を10秒以上の時間を掛けて行うこととしても良い。かかる場合には、例えばペリクル付きマスクの場合のペリクルの破損を防止することができる。すなわち、マスクパターンへのゴミ付着を防止するために「ペリクル」と呼ばれる透光性の薄膜をマスクのパターン面に付加することが比較的多く行われるが、ペリクルの貼られたマスクを、マスク用の予備室内で急激に減圧すると、ペリクルとマスクとの間に存在するガスが減圧によって膨張し、ペリクルが破損する恐れがある。一般的に、ペリクルをマスクに貼るための台（ペリクルスタンド）には、台風等での気圧変動によりペリクルが破損しないように「通気口」が設け

られている。従って、十分な時間を掛けて減圧及びガス充填を行なえば、前記通気口を介してペリクルとマスクとの間の空間に対してガスの出入りが行われて内外圧力差が調整されるので、内外圧力差が殆ど生じない状態でマスク用の予備室内の減圧及びガス置換が可能になり、ペリクルが破損する恐れがなくなる。この他、ペリクルの装着されていないマスクの場合にも急激な減圧による断熱膨張冷却による水蒸気の凍結を防止することができる。同様に基板の場合にも急激な減圧による断熱膨張冷却による水蒸気の凍結を防止することができる。

本発明に係る第1、第2、第3の露光装置では、前記密閉室の少なくとも1つの前記特定ガスに接する部分は、脱ガスの少ない材料によりコーティングされていることが望ましい。かかる場合には、脱ガス中の吸収性ガス等の不純物が特定ガスに混入することを抑制することができるので、結果的に露光中の露光用照明光の透過率低下ないしは変動を抑制することができる。

本発明に係る第1、第2、第3の露光装置では、前記密閉室の少なくとも一つに供給される前記特定ガスは循環使用されていても良い。かかる場合には、特定ガスが循環使用されるので、循環使用しない場合に比べて、コストを低減させることが可能になる。

この場合において、前記特定ガスが循環使用される密閉室には、前記特定ガスの給気系と排気系とが接続され、前記給気系と排気系の両者に前記不純物除去用のケミカルフィルタが設けられていることが望ましい。特定ガスが循環使用される密閉室より排気されるガスには、多少の不純物（吸収性ガスを含む）が含まれているが、酸素等の吸収性ガスを含む不純物を除去するケミカルフィルタ等を給気系と排気系の両者に設ければ、特定ガスを長時間に渡り循環使用することが可能になる。酸素を吸収するフィルタとしては、例えば鉄やニッケルの粉末を使用することが可能である。また、例えば露光用照明光として真空紫外域の光を用いる場合、アンモニアもこの波長域の露光光に対する吸収が大

きいので、アンモニアを吸収するフィルタも使用すると、一層効果的である。この場合、パーティクル除去用のフィルタ、例えばH E P Aフィルタ (high efficiency particulate air-filter)、U L P Aフィルタ (ultra low penetration air-filter) などのエアフィルタを併せて用いても良い。

本発明に係る第1、第2、第3の露光装置では、前記露光用照明光は、波長200nm以下の光であっても良い。かかる波長帯域の光は、酸素等の吸収性ガスを含む不純物による吸収が大きく、吸収抑制の効果が大きい。従って、真空紫外域の露光用照明光（露光光）を用いて高精度なパターン転写が可能となる。

この場合において、前記特定ガスは、窒素、アルゴン、ヘリウム、ネオン及びクリプトンのグループから任意に選択された気体をほぼ全ての成分とする気体であることが望ましい。すなわち、特定ガスは、窒素 (N_2)、アルゴン (Ar)、ヘリウム (He)、ネオン (Ne)、クリプトン (Kr) のいずれか、又はこれらの任意の組み合わせから成る混合ガスであることが望ましい。

本発明は、第4の観点からすると、露光用照明光 (EL) をマスク (R) に照射して該マスクのパターンを基板 (W) 上に転写する露光方法であって、前記マスクから基板に至る前記露光用照明光の光路の内、少なくとも前記マスク近傍の光路を覆う密閉空間内に、不純物の含有濃度が第1の濃度未満で前記露光用照明光の吸収が少ない特性を有する低吸収性ガスを充填する第1工程と；前記密閉空間内への前記マスクの搬入に先立って、前記密閉空間に隣接する予備室内に前記マスクを一時的に収容して、前記予備室の内部の気体を不純物の含有濃度が第1の濃度以上かつ第2の濃度未満の前記低吸収性ガスに置換する第2工程と；前記マスクを前記密閉空間内の所定の位置に搬入して、前記パターンを前記基板上に転写する第3工程とを含む第1の露光方法である。

これによれば、第1工程において、マスクから基板に至る露光用照明光の光路の内、少なくともマスク近傍の光路を覆う密閉空間内に、不純物の含有濃度

が第1の濃度未満で露光用照明光の吸収が少ない特性を有する低吸収性ガスが充填される。次に、第2工程において、密閉空間内へのマスクの搬入に先立って、密閉空間に隣接する予備室内にマスクを一時的に收容して、予備室の内部の気体を不純物の含有濃度が第1の濃度以上かつ第2の濃度未満の前記低吸収性ガスに置換する。そして、第3工程において、マスクを密閉空間内の所定の位置に搬入してパターンを基板上に転写する。従って、マスクを露光が行われる密閉空間内へ搬入する際に、その密閉空間の内部の光路上への外部の不純物（露光用照明光を吸収する特性の大きな汚染物質（酸素等の吸収性ガスを含む））の混入をほぼ確実に防止することができ、これにより、このマスクの搬入後に行われる露光の際の露光用照明光のエネルギー吸収に起因する密閉空間内部の光路内の露光用照明光の透過率の低下ないしは変動を抑制して、安定したかつ十分な露光パワーを得ることが可能になる。

本発明は、第5の観点からすると、露光用照明光をマスクに照射して該マスクのパターンを基板上に転写する露光方法であって、前記マスクから基板に至る前記露光用照明光の光路の内、少なくとも前記基板近傍の光路を覆う密閉空間内に、不純物の含有濃度が第1の濃度未満で前記露光用照明光の吸収が少ない特性を有する低吸収性ガスを充填する第1工程と；前記密閉空間内への前記基板の搬入に先立って、前記密閉空間に隣接する予備室内に前記基板を一時的に收容して、前記予備室の内部の気体を不純物の含有濃度が第1の濃度以上かつ第2の濃度未満の前記低吸収性ガスに置換する第2工程と；前記基板を前記密閉空間内の所定の位置に搬入して前記パターンを前記基板上に転写する第3工程とを含む第2の露光方法である。

これによれば、第1工程において、マスクから基板に至る露光用照明光の光路の内、少なくとも基板近傍の光路を覆う密閉空間内に、不純物の含有濃度が第1の濃度未満で露光用照明光の吸収が少ない特性を有する低吸収性ガスを充填する。次に、第2工程において、密閉空間内への基板の搬入に先立って、密

閉空間に隣接する予備室内に基板を一時的に収容して、予備室の内部の気体を不純物の含有濃度が第1の濃度以上かつ第2の濃度未満の前記低吸収性ガスに置換する。そして、第3工程において、基板を密閉空間内の所定の位置に搬入してマスクのパターンを基板上に転写する。従って、基板を露光が行われる密閉空間内に搬入する際に、その密閉空間の内部の光路上への外部の吸収性ガスの混入をほぼ確実に防止することができ、これにより、露光用照明光のエネルギー吸収に起因する密閉空間内部の光路内の露光用照明光の透過率の低下ないしは変動を抑制して、安定したかつ十分な露光パワーを得ることが可能になる。

本発明に係る第1、第2の露光方法では、例えば、不純物が特定ガス中に含有される有機系の汚染物質である場合、前記第1濃度は、1ppbあるいは10ppb程度とすることが望ましく、不純物が水である場合には、その10倍（すなわち、10ppbあるいは100ppb）程度としても良く、不純物が酸素等の吸収性ガスである場合には、その更に3倍（すなわち、30ppbあるいは300ppb）程度とすることができる。

本発明に係る第1、第2の露光方法では、予備室内のガスの置換は予備室内に低吸収性ガスをフローさせて行っても良いが、前記第2工程における前記ガス置換に際し、前記予備室内の気体を排気してその内圧を一旦減圧後に、前記低吸収性ガスを前記予備室内に供給することとしても良い。かかる場合には、予備室内に収容されたマスク又は基板に付着（吸着）していた水等を前記減圧の際に効率良く除去することができ、これによりその後にマスク又は基板を密閉空間内に搬入して露光を行う際に、水による露光光の吸収を抑制することができ、結果的に高精度な露光量制御を行なうことが可能となる。

本発明に係る第1、第2の露光方法では、前記露光用照明光は、波長200nm以下の光であっても良い。かかる波長帯域の光は、酸素等の吸収性ガスを含有不純物による吸収が大きく、吸収抑制の効果が大きい。従って、真空紫外域の露光用照明光（露光光）を用いて高精度なパターン転写が可能となる。

この場合において、前記低級性ガスは、窒素、アルゴン、ヘリウム、ネオン及びクリプトンのグループから任意に選択された気体をほぼ全ての成分とする気体、すなわち、窒素 (N_2)、アルゴン (Ar)、ヘリウム (He)、ネオン (Ne)、クリプトン (Kr) のいずれか、又はこれらの任意の組み合わせから成る混合ガスであることが望ましい。

また、リソグラフィ工程において、本発明に係る露光装置を用いて露光を行うことにより、安定した露光強度で露光が行われるので、基板上にパターンを精度良く形成することができ、これにより、より高集積度のマイクロデバイスを歩留まり良く製造することができ、その生産性を向上させることができる。同様に、リソグラフィ工程において、本発明の露光方法を用いることにより、安定した露光強度で露光が行われるので、基板上にパターンを精度良く形成することができ、これにより、より高集積度のマイクロデバイスを歩留まり良く製造することができ、その生産性を向上させることができる。従って、本発明は別の観点からすると、本発明の露光装置又は本発明の露光方法を用いるデバイス製造方法であるとも言える。

図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態に係る露光装置の構成を一部断面して概略的に示す図である。

図 2 は、図 1 の装置の制御系の主要な構成を示すブロック図である。

図 3 は、図 1 の装置のガス配管系を模式的に示す図である。

図 4 A は、パターン面を上面としたレチクル R の平面図、図 4 B は、図 4 A の B - B 線断面図である。

図 5 は、ウエハステージの変形例を示す図である。

図 6 は、ウエハガス置換室を 2 つ設けた場合の構成の一例を示す平面図である。

図 7 は、本発明の第 2 の実施形態に係るレチクルガス置換室の内部構成を示す縦断面図である。

図 8 A は、低吸収性ガスの循環機構が設けられたレチクルライブラリの一例を概略的に示す斜視図、図 8 B は、図 8 A の供給機構 5 4 の接続部の構造を拡大して示す断面図である。

図 9 は、本発明の第 3 の実施形態に係る予備室近傍の内部構成を示す縦断面図である。

図 1 0 は、本発明に係るデバイス製造方法の実施形態を説明するためのフローチャートである。

図 1 1 は、図 1 0 のステップ 2 0 4 における処理を示すフローチャートである。

発明を実施するための最良の形態

《第 1 の実施形態》

以下、本発明の第 1 の実施形態を図 1 ～図 4 に基づいて説明する。図 1 には、第 1 の実施形態の露光装置の構成が概略的に示されている。この露光装置 2 0 0 は、真空紫外域の露光用照明光 E L をマスクとしてのレチクル R に照射して、該レチクル R のパターンを投影光学系 P L を介して基板としてのウエハ W 上に転写するステップ・アンド・リピート方式の縮小投影露光装置、すなわちいわゆるステッパである。

この露光装置 2 0 0 は、光源 1 及び照明光学系を含む照明系、レチクル R を保持するレチクルホルダ 1 4、投影光学系 P L、ウエハ W を保持して X Y 2 次元移動する基板ステージとしてのウエハステージ W S T、レチクル R の搬送系、及びウエハ W の搬送系等を備えている。

前記光源 1 としては、ここでは、波長約 1 2 0 n m ～ 約 1 8 0 n m の真空紫外域に属する光を発する光源、例えば発振波長 1 5 7 n m のフッ素レーザ (F₂

レーザ)、発振波長146nmのクリプトンダイマーレーザ(Kr₂レーザ)、発振波長126nmのアルゴンダイマーレーザ(Ar₂レーザ)などが用いられている。なお、光源として発振波長193nmのArFエキシマレーザ等を用いても構わない。

前記照明光学系は、照明系ハウジング2と、その内部に所定の位置関係で配置された折り曲げミラー3、フライアイレンズ等のオプチカルインテグレータ4、反射率が大きく透過率が小さなビームスプリッタ5、リレーレンズ7、8、視野絞りとしてのレチクルブラインドBL及び折り曲げミラー9等とを含んで構成されている。この場合、レチクルブラインドBLは、レチクルRのパターン面と共役な面に配置されている。また、ビームスプリッタ5の透過光路上には光電変換素子より成る光量モニタ6が配置されている。

ここで、照明光学系の作用を簡単に説明すると、光源1からほぼ水平に射出された真空紫外域の光束(レーザビーム)LBは、折り曲げミラー3によりその光路が90度折り曲げられ、オプチカルインテグレータ4に入射する。そして、このレーザビームLBは該オプチカルインテグレータ4によって強度分布がほぼ一様な露光用照明光(以下、「露光光」と呼ぶ)ELに変換され、その大部分(例えば97%程度)がビームスプリッタ5で反射され、リレーレンズ7を介してレチクルブラインドBLを均一な照度で照明する。レチクルブラインドBLの矩形の開口部を透過した露光光ELは、リレーレンズ8、折り曲げミラー9及び後述する光透過窓12を介してレチクルR上のレチクルブラインドBLの開口で規定された矩形の照明領域をほぼ均一な照度で照明する。

一方、ビームスプリッタ5を透過した残り部分(例えば3%程度)の露光光ELは、光量モニタ6に受光されて光電変換され、その光電変換信号が後述する主制御装置100(図1では図示せず、図2参照)に供給される。主制御装置100では、光源1の発光開始に伴って、光量モニタ6の出力に基づいて所定の演算によりウエハW面上の積算露光量を連続的に算出し、所定の積算露光

量（目標積算露光量）に達した時点で光源１の発光を停止するいわゆるオープン露光量制御を行うようになっている。あるいは、主制御装置１００では、光量モニタ６の出力に基づき光源１で発光されるパルスエネルギーをパルス発光毎に計測し、そのエネルギー変動を光源１にフィードバックすることで、光源１の時間当たりの発光量の変動を低減するようないわゆるパルス毎露光量制御を行っても良い。かかるパルス毎露光量制御については、例えば、特開平３－１７９３５７号公報及びこれに対応する米国特許第５，１９１，３７４号などに詳細に開示されており、本国際出願で指定した指定国又は選択した選択国の国内法令が許す限りにおいて、上記公報及び米国特許における開示を援用して本明細書の記載の一部とする。なお、走査型露光装置での露光量制御の一例は、特開平８－２５０４０２号公報及びこれに対応する米国特許５，７２８，４９５号などに開示されている。本国際出願で指定した指定国又は選択した選択国の国内法令が許す限りにおいて、上記公報及び米国特許における開示を援用して本明細書の記載の一部とする。

ところで、真空紫外域の波長の光を露光光とする場合には、その光路から酸素、水蒸気、炭化水素系のガス等の、かかる波長帯域の光に対し強い吸収特性を有するガス（以下、適宜「吸収性ガス」と呼ぶ）等を排除する必要がある。このため、本実施形態では、照明系ハウジング２の内部には、真空紫外域の光に対する吸収の少ない特性を有する特定ガスとしての窒素、ヘリウム、アルゴン、ネオン、クリプトンなどのガス、またはそれらの混合ガス（以下、適宜「低吸収性ガス」あるいは「特定ガス」と呼ぶ）を満たし、その気圧を大気圧より僅かに高く、具体的には、大気圧に対し１～１０％程度高く設定している。以下においては、この大気圧に対し１～１０％程度高い気圧を便宜上「所定の目標圧力」と呼ぶ。

これを更に詳述すると、照明系ハウジング２には、図１に示されるように光源１側の端部に給気弁１０が設けられ、その給気弁１０から最も遠い他端側に

排気弁 11 が設けられている。この場合、図 3 に示されるように、給気弁 10 は給気管路を介してガス供給装置 70 の第 1 室の一端に接続され、排気弁 11 は排気管路を介して上記ガス供給装置 70 の第 1 室の他端に接続されている。ガス供給装置 70 は、内部が第 1 室から第 6 室までの 6 つの部屋に区画され、各部屋の内部に同一種類の低吸収性ガス（特定ガス）が充填されている。また、ガス供給装置 70 の各部屋の内部の特定ガスは不図示の温度調整装置により所定の目標温度に制御されている。

また、図 3 に示されるように、排気弁 11 が設けられた排気管路には、H E P A フィルタあるいは U L P A フィルタ等の塵（パーティクル）を除去するフィルタ（以下、「エアフィルタ」と総称する） $A F_{11}$ と、前述した酸素等の吸収性ガス、水、有機系の汚染物質を除去するケミカルフィルタ $C F_{11}$ とが配置されている。同様に、給気弁 10 が設けられた給気管路には、エアフィルタ $A F_{12}$ 、ケミカルフィルタ $C F_{11}$ と同様のケミカルフィルタ $C F_{12}$ が配置されるとともに、ポンプ P 1 が設けられている。

本実施形態では、図 2 に示されるように、給気弁 10、排気弁 11 及びポンプ P 1 は、主制御装置 100 に接続されており、主制御装置 100 では、照明系ハウジング 2 内のガスの交換（置換）が必要なときに、給気弁 10 及び排気弁 11 をともに開成した状態で、ポンプ P 1 を作動させる。これにより、ガス供給装置 70 から給気管路を介して特定ガス（低吸収性ガス）が照明系ハウジング 2 内に送り込まれると同時に、照明系ハウジング 2 内部のガスが排気弁 11 を介して排気され、排気管路を介してガス供給装置 70 に戻り、このようにして照明系ハウジング 2 内のガス置換が効率良く行われるようになっている。この場合、主制御装置 100 では、ポンプ P 1 の作動開始から所定時間（照明系ハウジング 2 内のガスが特定ガスに完全に置換される時間）の経過後に排気弁 11 を閉じ、照明系ハウジング 2 内の内圧を測定する圧力センサ P S 1（図 2 参照）の出力に基づいて内圧が上記の所定の目標圧力になった時点で給気弁

10を閉成すると同時にポンプP1を停止する。

この場合、排気弁11を介して排気されるガス中には、多少の不純物（パーティクル、水、有機系の汚染物質及び吸収性ガスを含む）が含まれているが、エアフィルタAF₁₁とケミカルフィルタCF₁₁とを通すことにより、排気管路を介してガス供給装置70に戻るガス中の上記不純物は殆ど除去されており、しかもガス供給装置70から給気管路を介して照明系ハウジング2内に供給される過程でも特定ガス中の不純物は除去される。この場合、照明系ハウジング2内の特定ガス中の不純物の含有濃度が所定の第1の濃度未満となるように、設定・維持されている。具体的には、第1の濃度は、特定ガス中に含有される有機系の汚染物質については、1ppb～10ppb程度とし、水については10ppb～100ppb程度とし、酸素等の吸収性ガスについては、30ppb～300ppb程度となるようにされている。すなわち、このような第1の濃度に各不純物が維持できるような性能のケミカルフィルタCF₁₁、CF₁₂が用いられるとともに、主制御装置100によってポンプP1、排気弁11、給気弁10の制御が行われている。

従って、特定ガスを長時間に渡って循環使用しても、露光に対して悪影響を殆ど及ぼさなくなっている。なお、主制御装置100では、ポンプP1の作動停止のタイミングを照明系ハウジング2内の吸収性ガス、あるいは特定ガスの濃度を検知する不図示のガスセンサの出力に基づいて決定するようにしても良い。あるいは、照明系ハウジング2内に充填される特定ガスは、循環使用されているので、常時特定ガスを照明系ハウジング2内に流し続ける（フローさせる）ようにしても構わない。

なお、照明系ハウジング2内の特定ガスの内圧を上記の所定の目標圧力とするのは、照明系ハウジング2内への外気の混入（リーク）を防止するという観点からは、内部の気圧を大気圧より高めに設定することが望ましい反面、内部の気圧をあまりに高く設定すると、気圧差を支えるために照明系ハウジング2

を頑丈にしなければならず、重量化を招くためである。但し、露光装置を設置する半導体工場の床強度が十分あり、装置の重量化を許容できるのであれば、ガス置換に際し、はじめに照明系ハウジング 2 内を 0.1 hPa 程度まで減圧し、続いて低吸収性ガスを満たす方法とした方が効率が良くなる。この場合、照明系ハウジング 2 内の特定ガス中の不純物の含有濃度を上記第 1 の濃度に設定維持できる性能の給排気システムが用いられる。

前記レチクルホルダ 14 は、レチクル R を吸着保持して、マスク室としてのレチクル室 15 内に配置されている。このレチクル室 15 は、照明系ハウジング 2 及び投影光学系 PL の鏡筒と隙間なく接合された隔壁 18 で覆われており、その内部のガスが外部と隔離されている。レチクル室 15 の隔壁 18 は、ステンレス (SUS) 等の脱ガスの少ない材料にて形成されている。

レチクル室 15 の隔壁 18 の天井部には、レチクル R より一回り小さい矩形の開口が形成されており、この開口部分に照明系ハウジング 2 の内部空間と、露光すべきレチクル R が配置されるレチクル室 15 の内部空間とを分離する状態で透過窓 12 が配置されている。この透過窓 12 は、照明光学系からレチクル R に照射される露光光 EL の光路上に配置されるため、露光光としての真空紫外光に対して透過性の高いホタル石等の結晶材料によって形成されている。

なお、照明系ハウジング 2 内のガス置換を、一度減圧動作を経て行う場合には、減圧動作時に、この透過窓 12 に減圧分の圧力が加わり、ホタル石が損傷する恐れがある。そこで、減圧時には、図中透過窓 12 の上部に、可動式の金属製耐圧蓋を設け、これによって透過窓 12 を気圧差から守ることも可能である。

前記レチクルホルダ 14 は、レチクル駆動系 72 (図 1 では図示せず、図 2 参照) によって XY 面内で微少駆動 (回転を含む) 可能に構成されている。レチクル駆動系 72 は、例えば 2 組のボイスコイルモータを含んで構成される。

真空紫外の露光波長を使用する露光装置では、酸素等の吸収性ガス等による

露光光の吸収を避けるために、レチクルRの近傍も前記低吸収性ガス（特定ガス）で置換する必要がある。このため、本実施形態では、レチクル室15の内部には、前記特定ガスを満たし、その気圧を上記所定の目標圧力に設定している。

これを更に詳述すると、レチクル室15の隔壁18には、図1に示されるように給気弁16と排気弁17とが設けられている。この場合、図3に示されるように、給気弁16は給気管路を介してガス供給装置70の第2室の一端に接続され、排気弁17は排気管路を介してガス供給装置70の第2室の他端に接続されている。この場合、排気弁17が設けられた排気管路には、パーティクルを除去するエアフィルタAF₂₁と酸素等の吸収性ガス、有機系の汚染物質などを除去するケミカルフィルタCF₂₁とが設けられている。また、給気弁16が設けられた給気管路には、エアフィルタAF₂₂、ケミカルフィルタCF₂₁と同様のケミカルフィルタCF₂₂及びポンプP2が設けられている。また、レチクル室15の内圧は、圧力センサPS2（図2参照）によって測定されるようになっている。給気弁16、排気弁17、ポンプP2及び圧力センサPS2は、図2に示されるように、主制御装置100に接続されている。主制御装置100では、前述した照明系ハウジング2内のガス置換と同様の手順で、圧力センサPS2の出力をモニタしつつ、給気弁16、排気弁17の開閉及びポンプP2の作動・停止を行って、レチクル室15内のガス置換を効率良く行うようになっている。この場合、レチクル室15内の特定ガス中の不純物（有機系の汚染物質、水、酸素等の吸収性ガス等）の含有濃度が前記第1の濃度未満となるように、設定・維持されている。すなわち、第1の濃度に各不純物が維持できるような性能のケミカルフィルタCF₂₁、CF₂₂が用いられるとともに、主制御装置100によってポンプP2、排気弁17、給気弁16の制御が行われている。

この場合も、給気管路及び排気管路中のエアフィルタとケミカルフィルタの

存在により、循環使用されるガス中の上記不純物は殆ど除去されるので、特定ガスを長時間に渡って循環使用しても、露光に対して悪影響を殆ど及ぼさないようになっている。

また、主制御装置 100 では、ポンプ P2 の作動停止のタイミングをガスセンサの出力に基づいて決定したり、あるいは、特定ガスをレチクル室 15 内に流し続ける（フローさせる）ようにしても構わない。

なお、レチクル室 15 内を上記所定の目標圧力にする理由、真空にしない理由は、前述した照明系ハウジング 2 の場合と同様である。従って、重量増加を許容できるなら、レチクル室 15 のガス置換に際し、最初に減圧を行い、続いて低吸収性ガスを充填する方法を採用することもできる。

前記投影光学系 PL は、ホタル石、フッ化リチウム等のフッ化物結晶からなるレンズや反射鏡からなる光学系を、鏡筒で密閉したものである。本実施形態では、この投影光学系 PL として、投影倍率 β が例えば $1/4$ あるいは $1/5$ の縮小光学系が用いられている。このため、前述の如く、照明光学系からの露光 EL によりレチクル R が照明されると、レチクル R に形成されたパターンが投影光学系 PL によりウエハ W 上のショット領域に縮小投影され、パターンの縮小像が転写形成される。

本実施形態のように、真空紫外の露光波長を使用する露光装置では、酸素等の吸収性ガスなどによる露光光の吸収を避けるために、投影光学系 PL の鏡筒内部の気体も低吸収性ガス（特定ガス）で置換する必要がある。このため、本実施形態では、投影光学系 PL の鏡筒内部には、前記特定ガスを満たし、その気圧を前記所定の目標圧力に設定している。

これを更に詳述すると、投影光学系 PL の鏡筒には、図 1 に示されるように給気弁 30 と排気弁 31 とが設けられている。図 3 に示されるように、給気弁 30 は給気管路を介してガス供給装置 70 の第 3 室の一端に接続され、排気弁 31 は排気管路を介してガス供給装置 70 の第 3 室の他端に接続されている。

この場合、排気弁 31 が設けられた排気管路には、パーティクルを除去するエアフィルタ $A F_{31}$ と酸素等の吸収性ガス、有機系の汚染物質などを除去するケミカルフィルタ $C F_{31}$ とが設けられている。また、給気弁 30 が設けられた給気管路には、エアフィルタ $A F_{32}$ 、ケミカルフィルタ $C F_{31}$ と同様のケミカルフィルタ $C F_{32}$ 及びポンプ P 3 が設けられている。また、投影光学系 P L の鏡筒の内圧は圧力センサ P S 3 (図 2 参照) によって計測されている。給気弁 30、排気弁 31、ポンプ P 3 及び圧力センサ P S 3 は、図 2 に示されるように、主制御装置 100 に接続されている。主制御装置 100 では、前述した照明系ハウジング 2 内のガス置換と同様の手順で、圧力センサ P S 3 の出力をモニタしつつ、給気弁 30、排気弁 31 の開閉及びポンプ P 3 の作動・停止を行って、投影光学系 P L の鏡筒内のガス置換を効率良く行うようになっている。この場合、投影光学系 P L の鏡筒内の特定ガス中の不純物 (有機系の汚染物質、水、酸素等の吸収性ガス等) の含有濃度が前記第 1 の濃度未満となるように、設定、維持されている。すなわち、第 1 の濃度に各不純物が維持できるような性能のケミカルフィルタ $C F_{31}$ 、 $C F_{32}$ が用いられるとともに、主制御装置 100 によってポンプ P 3、排気弁 31、給気弁 30 の制御が行われている。

この場合も、給気管路及び排気管路中のエアフィルタとケミカルフィルタの存在により、循環使用されるガス中の上記不純物は殆ど除去されるので、特定ガスを長時間に渡って循環使用しても、露光に対して悪影響を殆ど及ぼさないようになっている。

また、この場合も、主制御装置 100 では、ポンプ P 3 の作動停止のタイミングをガスセンサの出力に基づいて決定したり、あるいは、特定ガスを投影光学系 P L の鏡筒内に流し続ける (フローさせる) ようにしても構わない。

なお、投影光学系 P L の鏡筒内を上記所定の目標圧力にする理由は前述と同様であり、真空にしない理由は、真空にすると、鏡筒の内外に大きな圧力差を生じ、鏡筒をその圧力差に耐えられる頑丈な構造としなければならず、鏡筒が

重量化及び大型化して装置の大型化を招くためである。この場合も、重量増加を許容できるなら、投影光学系 P L のガス置換に際し、最初に減圧を行い、続いて低吸収性ガスを充填する方法を採用することができる。

前記ウエハステージ W S T は、基板室としてのウエハ室 4 0 内に配置されている。このウエハ室 4 0 は、投影光学系 P L の鏡筒と隙間なく接合された隔壁 4 1 で覆われており、その内部のガスが外部と隔離されている。ウエハ室 4 0 の隔壁 4 1 は、ステンレス (S U S) 等の脱ガスの少ない材料にて形成されている。

前記ウエハステージ W S T は、例えば磁気浮上型の 2 次元リニアアクチュエータ (平面モータ) 等から成るウエハ駆動系 7 4 (図 1 では図示せず、図 2 参照) によってベース B S の上面に沿ってかつ非接触で X Y 面内で自在に駆動されるようになっている。

ウエハステージ W S T 上にウエハホルダ 3 5 が搭載され、該ウエハホルダ 3 5 によってウエハ W が吸着保持されている。

ウエハステージ W S T の X Y 面内の移動により、ウエハ W 上の任意のショット領域をレチクルパターンの投影位置 (露光位置) に位置決めすることができ、レチクルパターンを投影転写することが可能となっている。すなわち、本実施形態の露光装置 2 0 0 では、主制御装置 1 0 0 によりウエハ W 上の各ショット領域を露光位置に順次位置決めするようにウエハステージ W S T を移動するショット間ステッピング動作と、その位置決め状態で露光光 E L をレチクル R 上に照射してレチクルパターンをウエハ W 上のショット領域に転写する露光動作とが繰り返し行われるようになっている。

真空紫外の露光波長を使用する露光装置では、酸素等の吸収性ガスによる露光光の吸収を避けるために、投影光学系 P L からウエハ W までの光路についても前記低吸収性ガス (特定ガス) で置換する必要がある。このため、本実施形態では、ウエハ室 4 0 の内部には、前記特定ガスを満たし、その気圧を前記所

定の目標圧力に設定している。

これを更に詳述すると、ウエハ室40の隔壁41には、図1に示されるように、給気弁32と排気弁33とが設けられている。図3に示されるように、給気弁32は、給気管路を介して前述したガス供給装置70の第4室の一端に接続され、排気弁33は排気管路を介してガス供給装置70の第4室の他端に接続されている。この場合、排気弁33が設けられた排気管路には、パーティクルを除去するエアフィルタAF₄₁と吸収性ガス及び有機系の汚染物質などを除去するケミカルフィルタCF₄₁とが設けられている。給気弁32が設けられた給気管路には、エアフィルタAF₄₂、ケミカルフィルタCF₄₁と同様のケミカルフィルタCF₄₂、及びポンプP4が設けられている。また、ウエハ室40の内圧は圧力センサPS4（図2参照）によって測定されている。給気弁32、排気弁33、ポンプP4及び圧力センサPS4は、図2に示されるように、主制御装置100に接続されている。主制御装置100では、前述した照明系ハウジング2内のガス置換と同様の手順で、圧力センサPS4の出力をモニタしつつ、給気弁32、排気弁33の開閉及びポンプP4の作動・停止を行って、ウエハ室40内のガス置換を効率良く行うようになっている。この場合、ウエハ室40内の特定ガス中の不純物（有機系の汚染物質、水、酸素等の吸収性ガス等）の含有濃度が前記第1の濃度未満となるように、設定、維持されている。すなわち、第1の濃度に各不純物が維持できるような性能のケミカルフィルタCF₄₁、CF₄₂が用いられるとともに、主制御装置100によってポンプP4、排気弁33、給気弁32の制御が行われている。

この場合も、エアフィルタAF₄₁、AF₄₂とケミカルフィルタCF₄₁、CF₄₂の存在により、循環使用されるガス中の上記不純物は殆ど除去されるので、特定ガスを長時間に渡って循環使用しても、露光に対して悪影響を殆ど及ぼさないようになっている。

この場合も、主制御装置100では、ポンプP4の作動停止のタイミングを

ガスセンサの出力に基づいて決定したり、あるいは、特定ガスをウエハ室 4 0 内に流し続ける（フローさせる）ようにしても構わない。

なお、ウエハ室 4 0 内を所定の目標圧力にする理由及び真空にしない理由は、前述した照明系ハウジング 2 の場合と同様である。

前記ウエハ室 4 0 の隔壁 4 1 の - X 側の側壁には光透過窓 3 8 が設けられている。これと同様に、図示は省略されているが、隔壁 4 1 の + Y 側（図 1 における紙面奥側）の側壁にも光透過窓が設けられている。これらの光透過窓は、隔壁 4 1 に形成された窓部（開口部）に該窓部を閉塞する光透過部材、ここでは一般的な光学ガラスを取り付けることによって構成されている。この場合、光透過窓 3 8 を構成する光透過部材の取り付け部分からのガス漏れが生じないように、取り付け部には、インジウムや銅等の金属シールや、フッ素系樹脂による封止（シーリング）が施されている。

前記ウエハホルダ 3 5 の - X 側の端部には、平面鏡から成る X 移動鏡 3 6 X が Y 方向に延設されている。この X 移動鏡 3 6 X にほぼ垂直にウエハ室 4 0 の外部に配置された X 軸レーザ干渉計 3 7 X からの測長ビームが光透過窓 3 8 を介して投射され、その反射光が光透過窓 3 8 を介してレーザ干渉計 3 7 X 内部のディテクタによって受光され、レーザ干渉計 3 7 X 内部の参照鏡の位置を基準として X 移動鏡 3 6 X の位置、すなわちウエハ W の X 位置が検出される。

同様に、図示は省略されているが、ウエハホルダ 3 5 の + Y 側の端部には、平面鏡から成る Y 移動鏡が Y 方向に延設されている。そして、この Y 移動鏡を介して Y 軸レーザ干渉計 3 7 Y（図 2 参照）によって上記と同様にして Y 移動鏡の位置、すなわちウエハ W の Y 位置が検出される。レーザ干渉計 3 7 X、3 7 Y の検出値（計測値）は主制御装置 1 0 0 に供給されており（図 2 参照）、主制御装置 1 0 0 では、前述したショット間ステッピング時等にこれらのレーザ干渉計 3 7 X、3 7 Y の検出値をモニタしつつウエハ駆動系 7 4 を介してウエハステージ W S T の位置制御を行うようになっている。

このように、本実施形態では、レーザ干渉計 37 X、37 Y、すなわちレーザ光源、プリズム等の光学部材及びディテクタ等が、ウエハ室 40 の外部に配置されているので、レーザ干渉計 37 X、37 Y を構成するディテクタ等から仮に微量の吸収性ガスが発生しても、これが露光に対して悪影響を及ぼすことがないようにしている。

なお、ウエハ室 40 外部、すなわち光透過窓 38 より外部の測長ビームの光路部分を、両端に光透過窓が設けられた容器で覆い、該容器の内部のガスの温度、圧力等を制御するようにしても良い。あるいは、この容器内部を真空にしても良い。これにより、その外部の光路上の空気揺らぎに起因する測長誤差を低減することができる。かかる詳細は、例えば特開平 10-281716 号公報などに開示されている。

なお、レーザ干渉計用の参照鏡（固定鏡）を投影光学系 PL に固定し、これを基準として X 移動鏡 36 X、Y 移動鏡の位置を計測することも比較的多く行われるが、かかる場合には、参照ビームと測長ビームとを分離する偏光ビームスプリッタ（プリズム）を含めて、あるいはそれより先の光学素子をウエハ室 40 内に収納し、レーザ光源、ディテクタ等をウエハ室 40 外に配置するようにしても良い。

ところで、被露光基板であるウエハ W は、外部から露光装置内（より具体的にはウエハ室 40 内）に搬入されウエハホルダ 35 上にロードされた後、露光され、露光終了後に再び装置外に搬出される。しかるに、露光装置外のガス環境は、標準組成の大気であるため、その約 21% は酸素であり、真空紫外光に対して強い吸収性を有している。従って、ウエハ W の搬入、搬出時にウエハ W と共に外気がウエハ室 40 内に僅かでも混入すると、露光光 EL に対して著しい吸収が生じてしまい、許容できない透過率低下や透過率変動を招くことになる。

そこで、本実施形態では、かかる事態の発生を未然に防止すべく、次のよう

な工夫がなされている。

すなわち、ウエハ室40に隣接して、図1に示されるように、基板用の予備室としてのウエハガス置換室W1が設けられている。ウエハガス置換室W1は、隔壁46と前述したウエハ室40の隔壁41のX方向一側(+X側)の側壁とによって形成されている。隔壁41のX方向一側(+X側)の側壁には、出入り口41aが形成され、この出入り口41aは扉44によって開閉可能な構造となっている。また、隔壁46のX方向一側(+X側)の側壁には、出入り口46aが形成され、この出入り口46aは扉45によって開閉可能な構造となっている。扉44、45は、不図示の駆動系を介して主制御装置100によって開閉制御されるようになっている。なお、扉44、45の内、少なくとも扉44は、高速で開閉が可能な機械式シャッタを用いることが望ましい。

ウエハガス置換室W1の隔壁46には、図1に示されるように、給気弁47と排気弁48とが設けられている。図3に示されるように、給気弁47は、給気管路を介して前述したガス供給装置70の第5室の一端に接続され、排気弁48は排気管路を介して上記ガス供給装置70の第5室の他端に接続されている。この場合、排気弁48が設けられた排気管路には、パーティクルを除去するエアフィルタAF₅₁、吸収性ガス及び有機系の汚染物質などを除去するケミカルフィルタCF₅₁及びドライポンプ等の真空ポンプからなる減圧装置VP1が設けられている。給気弁47が設けられた給気管路には、エアフィルタAF₅₂、ケミカルフィルタCF₅₁と同様のケミカルフィルタCF₅₂及びポンプP5が設けられている。ウエハガス置換室W1の内圧は圧力センサPS5(図2参照)によって計測されている。給気弁47、排気弁48、減圧装置VP1、ポンプP5及び圧力センサPS5は、図2に示されるように、主制御装置100に接続されている。

ウエハガス置換室W1の内部には、出入り口41aを介してウエハ室40に対してウエハWを搬入及び搬出するロボットアームから成る基板搬送系として

のウエハローダ 43 が配置されている。さらに、扉 45 の外部には、出入り口 46 a を介してウエハ W をウエハガス置換室 W1 に対して搬入及び搬出するロボットアームから成るウエハ搬送系 49 が設けられている。ウエハローダ 43 及びウエハ搬送系 49 は、主制御装置 100 に接続されている（図 2 参照）。

次に、ウエハ W を露光装置外からウエハ室 40 内に搬入する一連の動作について、主制御装置 100 の制御動作を中心として説明する。

- (1) まず、不図示の外部搬送系により露光装置外部からウエハ W が不図示のウエハプリアライメント装置上に搬送されると、主制御装置 100 ではそのウエハ W の外形を基準とするラフな位置決め（プリアライメント）を行う。このプリアライメントは、例えばウエハ W のノッチ（V 字状の切り欠き）を含む外周部の少なくとも 3 箇所を光学的なセンサにより検出してウエハ W の X Y 位置ずれ、回転位置ずれを検出し、これらの位置ずれをプリアライメント装置で補正することにより行われる。あるいは、複数本の駆動ピンを同時にプリアライメント装置の中心に向けて半径方向に駆動し、その駆動ピンの 1 本をウエハ W のノッチに嵌合させることにより、ウエハ W の中心出しと回転位置合わせを行っても良い。
- (2) 次に、主制御装置 100 ではプリアライメントが終了したウエハ W をウエハ搬送系 49 で受け取り、ウエハガス置換室 W1 に向けて搬送を開始する。そして、主制御装置 100 ではウエハ W を保持したウエハ搬送系 49 がウエハガス置換室 W1 に対して所定距離内に近づいた時点で扉 45 を開放する。このとき、ウエハガス置換室 W1 とウエハ室 40 との境界の出入り口 41 a は、扉 44 によって閉鎖されている。
- (3) 次に、主制御装置 100 ではウエハ W を保持したウエハ搬送系 49 を出入り口 46 a を介してウエハガス置換室 W1 内に侵入させ、ウエハ W をウエハ搬送系 49 からウエハローダ 43 に受け渡す。

ここで、上記のウエハ搬送系 49 のウエハガス置換室 W1 内への侵入に際し

ては、ウエハガス置換室W Iの外側の扉4 5は開放されているので、外気はウエハWとともにウエハガス置換室W I内に混入するが、内側の扉4 4は閉鎖されているので、外気中の酸素等の吸収性ガス及び有機系の汚染物質などの不純物がウエハ室4 0内に混入することはない。

(4) 上記のウエハWの受け渡し終了後、主制御装置1 0 0ではウエハ搬送系4 9を出入り口4 6 aを介してウエハガス置換室W Iの外部に退避させ、扉4 5を閉じる。

(5) 次に、主制御装置1 0 0では排気弁4 8を開成するとともに、減圧装置V P 1を作動し、ウエハガス置換室W I内の減圧を開始する。そして、主制御装置1 0 0では圧力センサP S 5の出力をモニタしながらウエハガス置換室W I内が例えば0. 1 [h P a]程度まで減圧された時点で、排気弁4 8を閉成すると同時に減圧装置V P 1を停止する。

上記の減圧により、ウエハガス置換室W I内から酸素等の吸収性ガスなどの汚染物質が除去される。

(6) その後、主制御装置1 0 0では給気弁4 7を開成すると同時にポンプP 5を作動させる。これにより、ガス供給装置7 0からウエハガス置換室W I内への低吸収性ガス（特定ガス）の供給が開始される。そして、この低吸収性ガスの供給開始後、主制御装置1 0 0では圧力センサP S 5の出力に基づいて内圧が上記の所定の目標圧力になった時点で給気弁4 7を閉成すると同時にポンプP 5を停止する。これにより、ウエハガス置換室W I内のガス交換が終了する。このガス交換が終了した時点で、ウエハガス置換室W I内の特定ガス中の不純物の含有濃度は、前記第1の濃度の1 0倍～1 0 0倍程度の第2の濃度に設定されている。

(7) その後、主制御装置1 0 0では、扉4 4を開放し、ウエハローダ4 3によりウエハWを出入り口4 1 aを介してウエハ室4 0内のウエハホルダ3 5上に搬入して、ウエハWのロードを行う。そして、ウエハローダ4 3を出入り口

41aを介してガス置換室W1内に戻し、扉44を閉じる。この場合、扉44として高速シャッタが用いられているので、上記のウエハロードに際して扉44の開閉を高速に行うことができ、扉44の開放時間を極力短くすることができるようになっている。

その後、ウエハホルダ35上のウエハWに対して前述した手順で露光が行われ、ウエハWの露光が終了すると、次の(8)~(9)のような手順で露光済みのウエハWがウエハ室40から露光装置外へ搬出される。

(8) まず、主制御装置100では扉44を開放し、ウエハローダ43を出入り口41aを介してウエハ室40内に移動してウエハWをウエハホルダ35からアンロードさせ、そのウエハWを保持したウエハローダ43を出入り口41aを介してガス置換室W1内に戻し、扉44を閉じる。このウエハのアンロードに際しても、扉44の開閉を高速に行うことができ、扉44の開放時間を極力短くすることができるようになっている。

(9) 次に、主制御装置100では扉45を開放し、ウエハ搬送系49を出入り口46aを介してウエハガス置換室W1内に侵入させ、ウエハWをウエハローダ43からウエハ搬送系49に受け渡す。このウエハWの受け渡し終了後、主制御装置100ではウエハWを保持したウエハ搬送系49を出入り口46aを介してガス置換室W1の外部に退避させ、扉45を閉じる。

その後、ウエハ搬送系49によってウエハWが外部搬送系に受け渡され、該外部搬送系によって装置外へ搬送されることとなる。

上述の(1)~(9)の動作によって、ウエハ室40内への吸収性ガス等の混入を防止したウエハ交換動作が可能となる。これにより、ウエハ室40に対するウエハの搬入及び搬出に伴って、ウエハ室内に混入した吸収性ガス等による露光光ELの吸収に起因する透過率の低下や変動を効果的に抑制することができる。

また、上記(5)の工程でウエハガス置換室W1内が減圧されるため、仮に外部からウエハガス置換室W1内にウエハWを搬入した時点で、そのウエハW表

面あるいは裏面に水が吸着していたとしても、その殆どは上記の減圧によってウエハWから除去される。そのため、ウエハWに吸着した水によってウエハ室40が汚染されるという事態の発生を未然に防止することができる。これにより、ウエハWの表面に吸着した水の層が露光光を強烈に吸収し、かつ分解されることにより、必要な露光量が増大し、結果的に真の露光量が不安定になるという事態の発生を未然に防止することもできる。

上記ウエハWの搬入、搬出時と同様に、レチクルRの搬入及び搬出に際しても、レチクルRとともに外気がレチクル室15内に僅かでも混入すると、露光光ELに対して著しい吸収が生じてしまい、許容できない透過率低下や透過率変動を招くことになる。

そこで、本実施形態では、かかる事態の発生を未然に防止すべく、次のような工夫がなされている。

すなわち、レチクル室15に隣接して、図1に示されるように、マスク用の予備室としてのレチクルガス置換室R1が設けられている。レチクルガス置換室R1は、隔壁25と前述したレチクル室15の隔壁18のX方向一側（+X側）の側壁とによって形成されている。隔壁18のX方向一側（+X側）の側壁には、出入り口18aが形成され、この出入り口18aは扉21によって開閉可能な構造となっている。また、隔壁25のX方向一側（+X側）の側壁には、出入り口25aが形成され、この出入り口25aは扉22によって開閉可能な構造となっている。扉21、22は、不図示の駆動系を介して主制御装置100によって開閉制御されるようになっている。なお、扉21、22の内、少なくとも扉21は、高速で開閉が可能な機械式シャッタを用いることが望ましい。

レチクルガス置換室R1の隔壁25には、図1に示されるように、給気弁23と排気弁24とが設けられている。図3に示されるように、給気弁23は、給気管路を介してガス供給装置70の第6室の一端に接続され、排気弁24は

排気管路を介して上記ガス供給装置 70 の第 6 室の他端に接続されている。この場合、排気弁 24 が設けられた排気管路には、パーティクルを除去するエアフィルタ $A F_{61}$ 、吸収性ガス及び有機系の汚染物質などを除去するケミカルフィルタ $C F_{61}$ 及びドライポンプ等の真空ポンプからなる減圧装置 $V P 2$ が設けられている。給気弁 23 が設けられた給気管路には、エアフィルタ $A F_{62}$ 、ケミカルフィルタ $C F_{61}$ と同様のケミカルフィルタ $C F_{62}$ 、及びポンプ $P 6$ が設けられている。レチクルガス置換室 $R 1$ の内圧は、圧力センサ $P S 6$ (図 2 参照) によって測定されている。給気弁 23、排気弁 24、減圧装置 $V P 2$ 、ポンプ $P 6$ 及び圧力センサ $P S 6$ は、図 2 に示されるように、主制御装置 100 に接続されている。

レチクルガス置換室 $R 1$ の内部には、出入り口 18a を介してレチクル室 15 に対してレチクル R を搬入及び搬出するロボットアームから成るマスク搬送系としてのレチクルローダ 20 が配置されている。さらに、扉 22 の外部には、マスク保管部としてのレチクルライブラリ $R L$ に保管されているレチクル R を出入り口 25a を介してレチクルガス置換室 $R 1$ に対して搬入及び搬出するロボットアームから成るレチクル搬送機構 26 が設けられている。レチクルローダ 20 及びレチクル搬送機構 26 は、主制御装置 100 に接続されている (図 2 参照)。

ここで、レチクルライブラリ $R L$ は、複数段の棚を有し、各段の棚にはレチクル R を収納したレチクルケース 27 が保管されている。レチクルケース 27 としては、密閉型でないレチクルキャリアが用いられている。ここで、実際には、図 1 に示される各構成部分は光源 1 を除き、温度、湿度等が高精度に管理された不図示のエンバイロメンタル・チャンバで覆われているので、レチクルケースとして密閉型でないレチクルキャリアを用いても支障はない。

ところで、レチクル R のパターン面側には、ペリクルと呼ばれる塵よけのための透明な薄膜が取り付けられているのが一般的である。本実施形態において

もこのようなペリクル付きのレチクルRが用いられているものとする。

図4Aには、パターン面を上面としたレチクルRの平面図が示され、図4Bには、図4AのB-B線断面図が示されている。図4Bに示されるように、ペリクルPEはレチクルRのパターン面PAに、ペリクルフレーム（又はペリクルスタンド）と呼ばれる金枠PFを介して接着されている。ペリクルPAとしては、通常ニトロセルロース等を主成分とする透明な薄膜が用いられるが、本実施形態では波長120nm～180nmの真空紫外域の露光光ELを良好に透過させるため、レチクル及びレンズ系と同材質のホタル石、フッ化マグネシウム、フッ化リチウム等の結晶材料から成るフィルム状部材を用いても良い。

ペリクルPEとパターン面PAとの間には、図4Bに示されるように、所定量の気体が溜まっている空間GSが存在する。この空間GSの密閉性を高めると、台風等の接近で気圧が低下した際に空間GS内の気体が膨張し、ペリクルPEが破損してしまうので、金枠PFには、通気孔h1, h2, h3, h4が形成されている。

次に、レチクルRをレチクルライブラリRLからレチクル室15内に搬入する一連の動作について、主制御装置100の制御動作を中心として説明する。

a. まず、主制御装置100では、レチクルケース27内に収納され、レチクルライブラリRLに保管されているレチクルRを、レチクル搬送機構26によってレチクルライブラリRL内のレチクルケース27から取り出し、レチクルガス置換室R1に向けて搬送を開始する。そして、主制御装置100では、レチクルRを保持したレチクル搬送機構26がレチクルガス置換室R1に対して所定距離内に近づいた時点で扉22を開放する。このとき、レチクルガス置換室R1とレチクル室15との境界の出入り口18aは、扉21によって閉鎖されている。

b. 次に、主制御装置100では、レチクルRを保持したレチクル搬送機構26を出入り口25aを介してレチクルガス置換室R1内に侵入させ、レチク

ルRをレチクル搬送機構26からレチクルローダ20に受け渡す。

ここで、上記のレチクル搬送機構26のレチクルガス置換室R1内への侵入に際しては、レチクルガス置換室R1の外側の扉22は開放されているので、外気はレチクルRとともにレチクルガス置換室R1内に混入するが、内側の扉21は閉鎖されているので、外気中の酸素等の吸収性ガス等がレチクル室15内に混入することはない。

c. 上記のレチクルRの受け渡し終了後、主制御装置100ではレチクル搬送機構26を出入り口25aを介してレチクルガス置換室R1の外部に退避させ、扉22を閉じる。

d. 次に、主制御装置100では、排気弁24を開成するとともに、減圧装置VP2を作動し、レチクルガス置換室R1内の減圧を開始する。そして、主制御装置100では圧力センサPS6の出力をモニタしながらレチクルガス置換室R1内が例えば0.1[hPa]程度まで減圧された時点で、排気弁24を開成すると同時に減圧装置VP2を停止する。

上記の減圧により、レチクルガス置換室R1内から酸素等の吸収性ガスなどが除去される。

e. その後、主制御装置100では給気弁23を開成すると同時にポンプP6を作動させる。これにより、ガス供給装置70からレチクルガス置換室R1内への低吸収性ガスの供給が開始される。そして、この低吸収性ガスの供給開始後、主制御装置100では、圧力センサPS6の出力に基づいて内圧がレチクル室15内とほぼ同程度の圧力になった時点で給気弁23を開成すると同時にポンプP6を停止する。これにより、レチクルガス置換室R1内の気体が低吸収性ガスに置換される。これにより、レチクルガス置換室R1内のガス交換（ガス置換）が終了する。このガス交換が終了した時点で、レチクルガス置換室R1内の特定ガス中の不純物の含有濃度は、前記第1の濃度の10倍程度の第2の濃度未満に設定されている。

また、この場合、主制御装置 100 では、上記の減圧開始から置換終了までに 10 秒以上の時間を掛けている。このため、本実施形態では、レチクルガス置換室 R1 内における減圧及び減圧後の低吸収性ガスの充填がともにゆっくりと行われるので、空間 GS と外部（レチクルガス置換室 R1 の内部）との間で、前述した通気孔 h1 ～ h4 を介してガスの出し入れが行われ、ペリクル PE の内外に気圧差が殆ど生じることがない。これにより、ペリクル PE が破損してしまうという事態の発生を防止することができる。

なお、レチクル交換は、ウエハ交換程頻度が高くないので、このようなゆっくりとしたガス交換を行なっても露光装置の処理能力（スループット）に与える影響は僅かである。

この場合、排気弁 24、給気弁 23 として、排気速度、ガス充填速度をそれぞれ調整可能な流量調整弁を用いることが望ましい。

なお、前述したウエハガス置換室 W1 内の減圧に関しても、あまりに急激な減圧動作を行ったのでは、断熱膨張冷却により、内部の気体に混入している水蒸気が凍結しウエハ W 表面に吸着するおそれがあるので、ウエハ交換時の上記減圧動作も、露光装置の処理能力を落とさない範囲内で、可能な限りゆっくりと行なうことが望ましい。この場合にも、排気弁 48 として減圧速度の調整が可能な流量調整弁を用いることが望ましい。

f. 上記のガス置換終了後、主制御装置 100 では、扉 21 を開放し、レチクルローダ 20 によりレチクル R をレチクル室 15 内のレチクルホルダ 14 上に搬入して、レチクル R のロードを行う。そして、レチクルローダ 20 を出入り口 18a を介してレチクルガス置換室 R1 内に戻し、扉 21 を閉じる。この場合、扉 21 として高速シャッタが用いられているので、上記のレチクルロードに際して扉 21 の開閉を高速に行うことができ、扉 21 の開放時間を極力短くすることができるようになっている。

この一方、レチクル R のレチクル室 15 からの搬出は次のようにして行われ

る。

g. まず、主制御装置 100 では、扉 21 を開放し、レチクルローダ 20 を出入り口 18 a を介してレチクル室 15 内に移動してレチクル R をレチクルホルダ 14 からアンロードさせ、そのレチクル R を保持したレチクルローダ 20 を出入り口 18 a を介してレチクルガス置換室 R1 内に戻し、扉 21 を閉じる。このレチクルのアンロードに際しても扉 21 の開閉を高速に行うことができるので、扉 21 の開放時間を極力短くすることができる。

h. 次に、主制御装置 100 では、扉 22 を開放し、レチクル搬送機構 26 を出入り口 25 a を介してレチクルガス置換室 R1 内に侵入させ、レチクル R をレチクルローダ 20 からレチクル搬送機構 26 に受け渡す。このレチクル R の受け渡し終了後、主制御装置 100 では、レチクル R を保持したレチクル搬送機構 26 を出入り口 25 a を介してガス置換室 R1 の外部に退避させ、扉 22 を閉じる。その後、主制御装置 100 では、レチクル搬送機構 26 を制御してレチクル R をレチクルライブラリ RL の所定の収納段のレチクルケース 27 内に戻す。

なお、本実施形態では、照明系ハウジング 2、レチクル室 15、投影光学系 PL の鏡筒、ウエハ室 40、ウエハガス置換室 W1、レチクルガス置換室 R1 の全てに同一種類の低吸収性ガスを供給し、循環使用するものとしているが、これはガスの種類を同一にすることにより、一種類のガス（混合ガスを含む）を用意すれば足りるからである。しかしながら、これに限らず、各部に供給する低吸収性ガスとして異なる種類のガスを用いることは可能である。但し、低吸収性ガスとして窒素、ヘリウム、ネオン、アルゴン等の単一ガスを用いる場合には、少なくともウエハ室 40 とウエハガス置換室 W1 とに供給するガス同士、レチクル室 15 とレチクルガス置換室 R1 とに供給するガス同士は、同一種類のガスを用いることが望ましい。これは、ガスの混合を避けるためである。

これまでの説明から明らかなように、本実施形態では、レチクルガス置換室

R I に接続された給気弁 2 3、排気弁 2 4、減圧装置 V P 2、ポンプ P 6 及び主制御装置 1 0 0 によって、レチクルガス置換室 R I 内部の気体を不純物の含有濃度が第 2 の濃度程度の特定ガスに置換するガス置換を行うガス置換機構が構成されている。また、ウエハガス置換室 W I に接続された給気弁 4 7、排気弁 4 8、減圧装置 V P 1、ポンプ P 5 及び主制御装置 1 0 0 によって、ウエハガス置換室 W I 内部の気体を不純物の含有濃度が所定濃度の特定ガスに置換するガス置換を行うガス置換機構が構成されている。

以上詳細に説明したように、本第 1 の実施形態の露光装置 2 0 0（及びその露光装置による露光方法）によれば、真空紫外域光を露光光 E L として用いているにもかかわらず、ウエハ W 及びレチクル R の交換時に、外気から露光光路に吸収性ガスが浸入することを防止することができ、これにより、露光光 E L の吸収に起因する透過率の低下や変動の発生、照度均一性の低下などを効果的に低減することができる。従って、十分な露光光パワーが得られると共に、高い露光量制御性を実現することが可能となる。

また、露光のためレチクル R の滞在時間が通常最も長くなる、レチクル室 1 5 に比べてレチクル R の滞在時間の短いレチクルガス置換室 R I 内部の特定ガス中の不純物の含有濃度がレチクル室 1 5 内部の特定ガス中の不純物の含有濃度より高く設定される。そのため、レチクルガス置換室 R I 内の特定ガス環境をもレチクル室 1 5 と同等に設定維持する場合に比べて、その設備（給排気システム）を簡単なものにすることができ、設備コストの低減も可能である。

同様に、露光のためウエハ W の滞在時間が通常最も長くなる、ウエハ室 4 0 に比べてウエハ W の滞在時間の短いウエハガス置換室 W I 内部の特定ガス中の不純物の含有濃度がウエハ室 4 0 内部の特定ガス中の不純物の含有濃度より高く設定される。そのため、ウエハガス置換室 W I 内の特定ガス環境をもウエハ室 4 0 と同等に設定維持する場合に比べて、その設備（給排気システム）を簡単なものにすることができ、設備コストの低減も可能である。

また、本実施形態によると、レチクル室 15 にレチクル R を搬入する際には、出入り口 18 a を開閉する扉 21 が開閉され、このとき、特定ガス中の不純物の含有濃度が第 1 の濃度であるレチクル室 15 と特定ガス中の不純物の含有濃度が第 2 の濃度であるレチクルガス置換室 R1 とが連通する。このため、レチクル室 15 内の特定ガス中の不純物の含有濃度が上昇するが、この上昇量は扉 21 の開放時間に比例する。しかるに扉 21 として高速シャッタが用いられているので、その開閉を高速に行うことができ、これによりレチクル室 15 内の特定ガス中の不純物の含有濃度の上昇を極力抑制することができる。レチクル室 15 からレチクル R を搬出する際も同様である。

同様に、扉 44 として高速シャッタが用いられているので、ウエハ室 40 に対するウエハ W の搬入及び搬出に伴う扉 44 の開放時におけるウエハ室 40 内の特定ガス中の不純物の含有濃度の上昇も極力抑制することができるようになっている。

なお、上記の説明では特に明示しなかったが、照明系ハウジング 2、レチクル室 15、投影光学系 PL の鏡筒、ウエハ室 40、ウエハガス置換室 W1、レチクルガス置換室 R1 等の内部は、不図示のエンバイロメンタル・チャンバと同程度の精度で温度調整が行われている。また、上記では特に明示しなかったが、照明系ハウジング 2、投影光学系 PL の鏡筒、ウエハガス置換室 W1、レチクルガス置換室 R1 等の特定ガス（低吸収性ガス）が直接接触する部分は、前述したレチクル室 15、ウエハ室 40 の隔壁と同様にステンレス（SUS）等の脱ガスの少ない材料で構成することが望ましい。あるいは、照明系ハウジング 2、レチクル室 15、投影光学系 PL の鏡筒、ウエハ室 40、ウエハガス置換室 W1、レチクルガス置換室 R1 等の特定ガス（低吸収性ガス）が直接接触する部分にはその表面に炭化水素等の吸収性ガスの脱ガスによる発生の少ないフッ素系樹脂等のコーティングを施しても良い。

なお、上記実施形態では、ウエハステージ WST が磁気浮上タイプである場

合について説明したが、これに限らず、例えば、図5に示されるように、ベースBSの上面（ガイド面）に対して加圧気体を噴出してその静圧によりウエハステージWSTをガイド面の上方に浮上させる複数の気体静圧軸受け78をウエハステージWSTの底面に配置する気体浮上方式を採用する場合には、気体静圧軸受け78から上記浮上用に噴出する気体として前記低吸収性ガスを使用するようにすれば良い。かかる場合には、ウエハステージWSTの浮上を気体静圧軸受け78を用いて行ってもそれに起因して吸収性ガスがウエハ室15内に混入して露光に悪影響を及ぼすのを回避することができるとともに、平面モータ（あるいはリニアモータ）等により、ウエハステージWSTを非接触で2次元方向にかつ高速に駆動することにより、機械的な案内面の精度等に影響されず高精度に位置制御することが可能となる。

また、上記実施形態では、ウエハガス置換室W1内にウエハローダ43を配置し、該ウエハローダ43によってウエハWのウエハホルダ35に対するロード、アンロードをシーケンシャルに行う場合について説明したが、本発明がこれに限定されるものではない。すなわち、ウエハローダ43と同様の搬送アームを2つ設け、これらをウエハガス置換室W1内に上下2段に配置し、一方の搬送アームをウエハのロード専用、他方の搬送アームをアンロード専用とすることにより、ウエハホルダ35からの露光済みのウエハの搬出（アンロード）と未露光のウエハのウエハホルダ35への搬入（ロード）とを並行して行うようにしても良い。かかる場合には、上記実施形態に比べてウエハ交換時間を短縮することが可能である。

あるいは、図6の概略平面図に示されるように、ウエハガス置換室W1を2つ設け、一方をウエハの搬入専用、他方をウエハの搬出専用として、前述した(8)及び(9)のウエハの搬出動作と、(1)～(7)のウエハの搬入動作とを並行して行うようにしても良い。この場合、搬出専用のウエハガス置換室W1は、搬出に先立って、前述と同様にしてガス置換を完了しておく必要があるが、ウエ

ハのウエハ室40への搬入の終了を待つことなく、ウエハガス置換室から外部にウエハを搬出できるので、上記の搬送アームの上下2段配置の場合に比べても、外部からのウエハの搬入動作の開始からウエハ室からのウエハの外部への搬出までも含めたトータルのウエハ交換時間を一層短縮することが可能である。

勿論、図6の場合にも、各ウエハガス置換室W1内に、上下2段の搬送アームを配置し、ウエハガス置換室W1を交互に利用するようにしても良い。この場合にも、上記実施形態に比べてウエハ交換を高速化することが可能である。

なお、レチクルRの搬送系に関しても、上記のウエハ側と同様の手法、すなわち、レチクルガス置換室内の搬送アームの上下2段配置、あるいはレチクルガス置換室としてレチクルの搬出専用、搬入専用のものを設ける等により、同様に、レチクル交換時間を短縮できる。

また、上記実施形態では、ペリクル付きのレチクルRを用い、レチクルガス置換室内のガス交換の際の減圧及びガス充填を十分な時間を掛けて行い、ペリクルの破損を防止する場合について説明したが、ペリクルPEの装着されていないレチクルをマスクとして用いる場合にも、上記実施形態と同様に、レチクルガス置換室内で減圧を行えば、レチクル表面に吸着した水を除去できるという効果が得られる。

但し、ペリクルPEの装着されていないレチクルを用いる場合には、レチクルのパターン面とペリクルPEとに囲まれる空間GS内の、すなわち通気性の悪い空間内のガス置換を考慮する必要がなくなるので、上記の減圧を行うことなく、レチクルガス置換室R1内のガス交換を連続的なガスの排気と供給、いわゆるガスフローにより行うことも現実的となる。この場合、レチクルガス置換室R1内に、図1に仮想線で示されるエネルギービーム射出部としてのエキシマランプ等の紫外線光源80を設け、この紫外線光源80により、レチクルに付着した水分や有機物等の吸収性物質を、紫外光によるいわゆる「光洗浄」により除去するようにしても良い。これに限らず、光源1その他の紫外線光源

からの光を導く光ファイバ、リレー光学系等の射出端をエネルギービーム射出部として設けても良い。なお、エネルギービーム射出部は、必ずしもレチクルガス置換室R1内に設ける必要はなく、レチクルの搬送経路中であれば他の場所に設けても良い。

また、ウエハガス置換室W1に関しても、減圧動作を省略し、上記のようなガスフローのみでのガス置換を行なうことも可能である。但し、この場合には、不図示のレジスト塗布装置から露光装置までのウエハ搬送経路や、露光装置の前記ウエハ搬送系（図1中の49）の周囲の空間を、水蒸気及び炭化水素等の有機ガスを排除したガスで満たし、ウエハ表面への水や有機物の付着を防止することが望ましい。

ウエハガス置換室W1又はレチクルガス置換室R1でのガス置換を、ガスフローのみで行う場合には、これらの置換室内でのガス置換を効率良く行うために、その内部構造をできるだけ単純化することが望ましい。そのために、レチクルガス置換室R1からレチクル室15にレチクルRを搬送するレチクルローダ20を、レチクル室15内に設け、ウエハガス置換室W1からウエハ室40にウエハWを搬送するウエハローダ43を、ウエハ室40内に設けることが望ましい。

なお、減圧によるガス置換を行う場合にも、これらのローダ20、43がガス置換室R1、W1に設けられた場合には、減圧時にローダ20、43の可動部から潤滑油が蒸発し、飛散してレチクルRやウエハWを汚染する恐れもあるので、スペースに余裕があれば、レチクル室15及びウエハ室40内にローダを設置する方が望ましい。

ところで上記第1の実施形態では、レチクルライブラリRLからのレチクルの取り出しに際し、レチクルライブラリRLに格納されたレチクルケース27からレチクルRを取り出してレチクル搬送機構26によって搬送する場合について説明したが、これに限らず、レチクル搬送機構26によりレチクルRをレ

チクルケース 27 内に収納した状態で、すなわちレチクルケース 27 と一体でレチクル R をレチクルガス置換室 R1 まで搬送するようにしても良い。

《第 2 の実施形態》

次に、上述のレチクルケースと一体でレチクルを搬送する方法を採用した本発明の第 2 実施形態について図 7 を参照して説明する。ここで、前述した第 1 の実施形態と同一若しくは同等の構成部分については、同一の符号を用いるとともに、その説明を簡略にし若しくは省略するものとする。

この第 2 の実施形態は、レチクルガス置換室 R1 の内部の構造及びレチクル搬送シーケンスの一部が、前述した第 1 の実施形態と異なるのみであるから、以下においてはこれらの点を中心として説明する。

図 7 には、第 2 の実施形態に係るレチクルガス置換室 R1 の構成の一例が示されている。この図 7 において、レチクルガス置換室 R1 の内部には、レチクルケース設置台 52 が設けられている。このレチクルケース設置台 52 には、レチクルケース 27 の外形に対応する嵌合部（位置合わせ用の凹凸部）が設けられており、レチクルケース 27 が所定の位置に載置されるようになっている。

この場合、レチクルケース 27 としては、開閉可能な扉 27a を有する密閉型のレチクルキャリアが用いられている。これに対応して、レチクルガス置換室 R1 内部には、扉開閉機構 51 が設けられている。この扉開閉機構 51 は、レチクルケース設置台 52 上に上記位置合わせ用の凹凸部により位置決めされた状態でレチクルケース 27 が載置されたときに、図 7 に示されるように、扉 27a を容易に開放できる位置に配置されている。

次に、本第 2 の実施形態におけるレチクル R をレチクルライブラリ RL からレチクル室 15 内に搬入する際の一連の動作について説明する。以下の各部の動作は、第 1 の実施形態と同様に主制御装置 100 の制御動作によって実現されるが、ここでは説明を簡略化するため主制御装置 100 に関する説明は省略する。

まず、レチクルライブラリ R L の任意の収納段に保管されレチクル R を収納したレチクルケース 27 が、レチクル搬送機構 26 によって取り出され、レチクルガス置換室 R 1 に向けて搬送が開始される。ここで、レチクルケース 27 の内部には、不純物の含有濃度が前述した第 2 の濃度未満の特定ガスが充填されているものとする。

そして、レチクルケース 27 を保持したレチクル搬送機構 26 がレチクルガス置換室 R 1 に対して所定距離内に近づいた時点で扉 22 が開放される。このとき、レチクルガス置換室 R 1 とレチクル室 15 との境界の出入り口 18 a は、扉 21 によって閉鎖されている。

次に、レチクルケース 27 を保持したレチクル搬送機構 26 が出入り口 25 a を介してレチクルガス置換室 R 1 内に侵入し、レチクル搬送機構 26 によってレチクルケース 27 がレチクルケース設置台 52 上の上記所定の位置に載置される。

次に、レチクル搬送機構 26 が出入り口 25 a を介してガス置換室 R 1 の外部に退避し、扉 22 が閉鎖される。次に、前述した第 1 の実施形態と同様にし、レチクルガス置換室 R 1 内の減圧が開始される。そして、扉開閉機構 51 により、レチクルケース 27 の扉 27 a が開けられ、上記減圧が継続される。そして、レチクルガス置換室 W 1 内が例えば 0.1 [hPa] 程度まで減圧された時点で減圧が完了する。

上記の減圧により、レチクルガス置換室 R 1 内から酸素等の吸収性ガスなどが除去される。

減圧完了後、前述と同様にしレチクルガス置換室 R 1 内に低吸収性ガスが充填される。これに続き、レチクルローダ 20 によりレチクル R がレチクルケース 27 から取り出され、扉 21 が開放されると、レチクルローダ 20 によりレチクル R がレチクル室 15 内に搬入され、レチクルホルダ 14 上にロードされる。

一方、レチクルRの搬出動作は次のようにして行われる。

まず、扉21が開放され、レチクルローダ20が出入り口18aを介してレチクル室15内に移動しレチクルRをレチクルホルダ14からアンロードする。なお、扉21が開放される時点では、前記第2の濃度未満の不純物を含有する低吸収性ガスがレチクルガス置換室R1内に充填されている。

レチクルRをアンロードしたレチクルローダ20は、そのレチクルRを保持して出入り口18aを介してガス置換室R1内に戻る。これとほぼ同時に扉21が閉鎖される。次にレチクルローダ20によってレチクルRがレチクルケース27内に戻される。そして、レチクルローダ20がレチクルケース27内から退避すると、扉開閉機構51によって扉27aが閉じられる。これにより、レチクルケース27内部は、不純物の含有濃度が第2の濃度未満の特定ガスが充填された密閉空間となる。上記の扉27aの閉鎖直後に扉22が開放され、レチクル搬送機構26が出入り口25aを介してガス置換室R1内に侵入し、レチクルケース27をレチクルローダ20から受け取り、出入り口25aを介してガス置換室R1の外部に退避する。その後、扉22が閉じられる。その後、レチクル搬送機構26によりレチクルケース27がレチクルライブラリRLの所定の収納段に戻される。

その他の部分の構成等は、前述した第1の実施形態と同様になっている。

このようにして構成された第2の実施形態によると、第1の実施形態と同等の効果を得ることができる他、レチクルケース27もレチクルRと一体的にレチクルガス置換室R1内に搬入された状態でガス置換が行われるので、露光終了後に搬出されたレチクルケース27の中の気体も、低吸収性ガス（特定ガス）で置換された状態、すなわち、レチクルケース27内に、低吸収性ガスが再度充填された状態となっている。これにより、保管中（非使用時）の、レチクル表面への水の付着等を防止することができるという効果をも得ることができる。すなわち、本実施形態では、給気弁23、排気弁24、減圧装置VP2、ポン

ブ P 6 及び主制御装置 1 0 0 によって構成されるガス置換機構が、レチクル R を用いた露光終了後に、レチクルケース 2 7 内に特定ガスを充填するガス充填機構をも兼ねている。このため、レチクルケース 2 7 内に収納されたレチクル R を取り出してレチクル室 1 5 に搬入して露光を行ったり、露光終了後にレチクルケース 2 7 内にレチクル R を収納し、そのレチクル R を取り出して再度露光を行う際に、レチクル R とともに不純物がマスク室 1 5 内に混入するのを極力抑制することができる。これにより、露光用照明光のエネルギー吸収に起因するマスク室 1 5 内部の光路内の露光用照明光の透過率の低下ないしは変動を抑制することができる。

この第 2 の実施形態の場合、レチクルケース 2 7 の扉 2 7 a とレチクルケース本体の接触部に、フッ素系樹脂等のシール材を付加して置くと、レチクルケース 2 7 内部の気密性が高まり、外部からの吸収性ガスその他の不純物の浸入を防止でき好都合である。また、レチクルケース 2 7 自体の材質も、炭化水素ガス等の吸収性ガスの発生の少ないフッ素系樹脂や、ステンレス (S U S) にすることが望ましい。

なお、上記第 2 の実施形態において、レチクルケースとして S M I F (Standard Mechanical Interface) ポッド等の密閉型のレチクルキャリアを用いても良い。

なお、レチクル R をレチクルライブラリ R L 内に長期保存する際には、レチクルケース 2 7 の内部にも、低吸収性ガスを常時供給あるいは循環させることが望ましい。

図 8 A には、このような低吸収性ガスの循環機構が設けられたレチクルライブラリ R L の一例が斜視図にて概略的に示されている。この図 8 A において、レチクルライブラリ R L の側壁 R L a, R L b には、不図示のレチクルケース保持機構 (保持棚) が設けられており、これらの保持機構を介してレチクルケース 2 7 が所定の位置に位置決めされ保持されている。

このレチクルライブラリ R L に上記の位置決め状態で保持されたレチクルケース 2 7 に対して、上記の低吸収性ガスの循環機構を構成する供給機構 5 4 と排気機構 5 5 とが接続されている。

すなわち、レチクルケース 2 7 の左右両側の側壁部には、接続口 5 3 a、5 3 b がそれぞれ設けられ、これらに対向するレチクルライブラリ R L の側壁 R L b、R L a の部分には、開口部がそれぞれ形成され、これらの開口部を介して供給機構 5 4、排気機構 5 5 が接続口 5 3 a、5 3 b にそれぞれ接続されている。

供給機構 5 4、排気機構 5 5 は、それぞれ供給管 5 4 C (図 8 B 参照) 及び排気管を介して不図示の低吸収性ガスの供給源の一端側と他端側にそれぞれ接続されている。これらの供給管、排気管にも塵 (パーティクル) を除去するエアフィルタ (H E P A フィルタ, U L P A フィルタなど) と、吸収性ガス等の不純物を除去するケミカルフィルタとが設けられ、供給源の内部で低吸収性ガスの温度制御が行われている。

図 8 B には、図 8 A の供給機構 5 4 の接続部の構造が断面図にて拡大して示されている。この図 8 B に示されるように、接続口 5 3 a 及び該接続口 5 3 a が設けられた近傍のレチクルケース 2 7 側壁内部には、開閉蓋 5 6 が設けられている。この開閉蓋 5 6 は、ばね 5 7、5 8 等により常時レチクルケース 2 7 の側壁に向けて付勢されている。このため、開閉蓋 5 6 に対して外部から何らの力も作用しない状態では、該開閉蓋 5 6 はレチクルケース 2 7 の側壁に密着して接続口 5 3 a を気密性良く閉鎖している。

一方、レチクルライブラリ側壁 R L b の外面には、該側壁にほぼ垂直にガイド部材 5 9 が設けられており、このガイド部材 5 9 に沿って往復移動する可動部材 6 0 が供給機構 5 4 の先端部 5 4 a に一体的に固定されている。

また、供給機構 5 4 の先端部 5 4 a は、レチクルライブラリ側壁 R L b に形成された開口部内に常時挿入されている。

従って、可動部材 60 を、図 8 B における左側に駆動することにより、供給機構 54 の先端部 54 a の最先端部がレチクルケース 27 側壁の接続口 53 a に挿入される。これにより、開閉蓋 56 は内部に開き、図 8 B に示される状態となる。先端部 54 a の最先端部には開口 54 b が設けられており、給気管（ガス配管）54 c を介して供給される低吸収性ガスは、開口 54 b を通ってレチクルケース 27 の内部に供給される。先端部 54 a の最先端部近傍の周囲には、シール材 55 d が設けられており、これにより先端部 54 a の最先端部を接続口 53 a に挿入した状態で外気がレチクルケース 27 内部に浸入するのが防止されるようになっている。

接続口 53 b 及び排気機構 55 側も上記と同様に構成されている。

この図 8 A、図 8 B の例のように、保管時においてもその周辺のガス環境が低吸収性ガスに置換されている場合には、レチクル R の表面への不純物の付着も、レチクルパターン面とペリクル P E とに囲まれる空間 G S 内への吸収性ガスの浸入も、共に微量に押さえることが可能であるので、レチクル搬入時のレチクルガス置換室 R I 内での減圧を、数 hPa までの比較的荒い減圧とすることも可能である。さらには、レチクルガス置換室 R I 内で上記減圧を行わずに、給気弁 23 が設けられた給気管路からの低吸収性ガスの送気と、排気弁 24 が設けられた排気管路を介した排気によるガスフローのみで、レチクルガス置換室 R I 内をガス置換した後に、レチクル R をレチクル室 15 内に搬入するようにしても良い。

なお、図 8 A、図 8 B を用いて説明した上記の低吸収性ガスの循環機構が設けられたレチクルライブラリ R L に係る実施形態は、単独でも、あるいは第 1 又は第 2 の実施形態と組み合わせても良い。

《第 3 の実施形態》

次に、本発明の第 3 の実施形態を説明する。ここで、前述した第 1 の実施形態と同一若しくは同等の構成部分については、同一の符号を用いるとともに、

その説明を簡略化し若しくは省略するものとする。

図 9 には、第 3 の実施形態に係る露光装置におけるマスク用の予備室としてのレチクル予備室（以下、「予備室」と呼ぶ）R 1 の近傍部分の概略構成が、断面図にて示されている。

本第 3 の実施形態では、図 9 に示されるように、その下端部近傍に + X 側に突出した凸部を有する段付きのチャンバ 8 1 の内部空間が予備室 R 1 とされている。この予備室 R 1 は、前記凸部部分と残りの部分との境界部分に設けられた隔壁（仕切り壁）8 2 により、マスク室としてのレチクル室 1 5 の + X 側に隣接する第 1 室 8 3 と、この第 1 室 8 3 の + X 側に位置する第 2 室 8 4 との 2 部分に区画されている。

第 1 室 8 3 内部の - X 側の端部には、水平多関節型ロボット（スカラーロボット）8 5 が配置されている。このスカラーロボット 8 5 は、伸縮及び X Y 面内での回転が自在のアーム 8 5 A と、このアーム 8 5 A を駆動する駆動部 8 5 B とを備えている。このスカラーロボット 8 5 は、第 1 室 8 3 内部の - X 側の端部に床面から上方に向かって延設された支柱ガイド 8 6 に沿って上下動する支持部材 8 7 の上面に搭載されている。従って、スカラーロボット 8 5 のアーム 8 5 A は、伸縮及び X Y 面内での回転に加え、上下動も可能となっている。なお、支持部材 8 7 の上下動は、該支持部材 8 7 に一体的に設けられた不図示の可動子と支柱ガイド 8 6 の内部に Z 方向に延設された不図示の固定子とから成るリニアモータによって行われる。

チャンバ 8 1 の - X 側の側壁には、レチクル室 1 5 の隔壁 1 8 に形成された開口 1 8 a に対向して開口 8 1 a が形成されている。本実施形態では、これらの開口 1 8 a、8 1 a を介してレチクル室 1 5 及び第 1 室 8 3 内に外気が混入しないように、隔壁 1 8 とチャンバ 8 1 とは、密に接合されている。開口 1 8 a と開口 8 1 a とにより一連の出入り口が形成されており、この出入り口が、前述した扉 2 1 によって開閉されるようになっている。

また、第1室83の+X側の側壁を構成する前記隔壁82には、床面から所定高さの位置（例えば床上概略600mm～概略800mmの間の位置）に所定高さ寸法の開口82aが形成されている。この開口82aが、前述した扉22と同様の扉22'によって開閉されるようになっている。

前記第2室84を形成するチャンバ81の凸部の上面には、マスクコンテナとしてのレチクルキャリア88の受け渡しポート89が形成されている。この受け渡しポート89のほぼ真上の天井部には、レチクルRをレチクルキャリア88内に収納した状態で搬送するOHV（Over Head Vehicle）と呼ばれる天井搬送の自動搬送系90（以下、「OHV90」と呼ぶ）の軌道であるガイドレールHrがY方向に沿って延設されている。本実施形態では、受け渡しポート89が設けられたチャンバ81の凸部の上面の床面からの高さは、人間工学的見地から床上概略900mmの高さとされている。従って、受け渡しポート89は、OHV90によりレチクルキャリア88を搬出入することができるとともに、レチクルキャリア88をオペレータが手作業にて搬出入するのにも適している。

ここで、レチクルキャリア88としては、レチクルRを1枚のみ収納可能なボトムオープンタイプの密閉型のコンテナであるSMIF（Standard Mechanical Interface）ポッドが用いられている。勿論、レチクルキャリアとして、複数枚のレチクルRを所定間隔で上下方向に隔てて収納するものを用いても良い。

レチクルキャリア88は、図9に示されるように、レチクルRを支持する支持部材が一体的に設けられた開閉可能な扉としてのキャリア本体88Aと、このキャリア本体88Aに上方から嵌合するカバー88Bと、キャリア本体88Aの底壁に設けられカバー88Bをロックする不図示のロック機構とを備えている。

このレチクルキャリア88の構造に対応して、チャンバ81の受け渡しポー

ト 8 9 部分には、レチクルキャリア 8 8 のキャリア本体 8 8 A より一回り大きな開口 8 1 b が形成されている。この開口 8 1 b は、通常は、第 2 室 8 4 内部に収納された次に述べる開閉機構 9 1 を構成する開閉部材 9 2 によって閉塞されている。

開閉機構 9 1 は、第 2 室 8 4 内の前記開口 8 1 b のほぼ真下の位置に設置された駆動部 9 3 と、この駆動部 9 3 によって上下動される駆動軸 9 4 と、この駆動軸 9 4 の上端にほぼ水平に固定された開閉部材 9 2 とを備えている。開閉部材 9 2 は、キャリア本体 8 8 A の底面を真空吸引あるいはメカニカル連結して係合するとともに、そのキャリア本体 8 8 A に設けられた不図示のロック機構を解除する不図示の機構（以下、便宜上「係合・ロック解除機構」と呼ぶ）を備えている。

従って、開閉機構 9 1 によれば、開閉部材 9 2 の係合・ロック解除機構により、ロック機構を解除するとともに、キャリア本体 8 8 A を係合した後、開閉部材 9 2 を下方に所定量移動することにより、チャンバ 8 1 の内部と外部（すなわち、レチクルキャリア 8 8 の内部と外部）とを隔離した状態で、レチクル R を保持したキャリア本体 8 8 A をカバー 8 8 B から分離させることができる。換言すれば、チャンバ 8 1 の内部と外部とを隔離した状態で、レチクルキャリア 8 8 の底部を開放することができる。

開閉機構 9 1 は、前述した主制御装置 1 0 0 によって制御されるようになっている。

また、図示は省略されているが、本第 3 の実施形態においても、前述した第 1 の実施形態と同様に、予備室 R 1 の第 1 室 8 3、第 2 室 8 4 に給気弁、排気弁、減圧装置、ポンプがそれぞれ接続されている。また、これら各部が主制御装置 1 0 0 によって制御されるようになっている。すなわち、本実施形態では、予備室 R 1 の第 1 室 8 3、第 2 室 8 4 にそれぞれ接続された給気弁、排気弁、減圧装置、ポンプ及びこれらを制御する主制御装置 1 0 0 によって、ガス置換

機構が構成されている。なお、給気弁、排気弁、減圧装置、ポンプのそれぞれは、前述と同様にして、ガス供給装置に接続されている。

主制御装置 100 では、予備室 R1 の第 1 室 83 内及び第 2 室 84 内が、前述したレチクル室 15、ウエハ室 40 等と同様に、常時前述した所定の目標圧力の特定ガス雰囲気となるように、上記のガス置換機構を構成する給気弁、排気弁、減圧装置、ポンプを適宜制御している。この場合、主制御装置 100 では、レチクル室 15 に隣接する第 1 室 83 内の特定ガス中の不純物（有機系の汚染物質、水、酸素等の吸収性ガスなど）の含有濃度は、レチクル室 15 内の特定ガス中の含有濃度以上となり、かつ第 2 室 84 内の特定ガス中の含有濃度以下となるように、レチクル室 15 内、第 1 室 83、第 2 室 84 内の特定ガス中の不純物の含有濃度を常時設定、維持している。

一例を説明すると、例えば、特定ガスがヘリウムである場合、レチクル室 15 内のヘリウムガス中の不純物の含有濃度が前述した第 1 の濃度未満となり、第 1 室 83 内のヘリウムガス中の不純物の含有濃度がその 10 倍未満となり、第 2 室 84 内のヘリウムガス中の不純物の含有濃度がさらにその 10 倍未満となるように各室 15、83、84 内の特定ガス環境を設定、維持している。具体的には、レチクル室 15 内のヘリウムガス中に含有される有機系の汚染物質についてはその含有濃度 D_c を $D_c < 1 \text{ ppb}$ （又は $D_c < 10 \text{ ppb}$ ）程度とし、水についてはその含有濃度 D_w を $D_w < 10 \text{ ppb}$ （又は $D_w < 100 \text{ ppb}$ ）程度とし、酸素等の吸収性ガスについてはその含有濃度 D_g を、 $D_g < 30 \text{ ppb}$ （又は $D_g < 300 \text{ ppb}$ ）程度となるように設定している。この場合、第 1 室 83 については、ヘリウムガス中に含有される有機系の汚染物質、水、吸収性ガスの含有濃度 D_c 、 D_w 、 D_g を、 $1 \text{ ppb} \leq D_c < 10 \text{ ppb}$ （又は $10 \text{ ppb} \leq D_c < 100 \text{ ppb}$ ）、 $10 \text{ ppb} \leq D_w < 100 \text{ ppb}$ （又は $100 \text{ ppb} \leq D_w < 1000 \text{ ppb}$ ）、 $30 \text{ ppb} \leq D_g < 300 \text{ ppb}$ （又は $300 \text{ ppb} \leq D_g < 3000 \text{ ppb}$ ）に設定する。また、この場

合、第2室84については、ヘリウムガス中に含有される有機系の汚染物質、水、吸収性ガスの含有濃度 D_c 、 D_w 、 D_g を、 $10\text{ppb} \leq D_c < 100\text{ppb}$ (又は $100\text{ppb} \leq D_c < 1000\text{ppb}$)、 $100\text{ppb} \leq D_w < 1000\text{ppb}$ (又は $1000\text{ppb} \leq D_w < 10000\text{ppb}$)、 $300\text{ppb} \leq D_g < 3000\text{ppb}$ (又は $3000\text{ppb} \leq D_g < 30000\text{ppb}$)に設定する。

また、例えば、特定ガスが窒素ガス(N_2)である場合には、上記のヘリウムガスの場合と同様に各室内における窒素ガス中の不純物の含有濃度 D_c 、 D_w 、 D_g を設定する他、レチクル室15内の窒素ガス中に有機系の汚染物質の含有濃度 D_c を $D_c < 100\text{ppb}$ とし、水の含有濃度 D_w を $D_w < 1000\text{ppb}$ とし、酸素等の吸収性ガスの含有濃度 D_g を、 $D_g < 3000\text{ppb}$ となるように設定しても良い。この場合、第1室83については、窒素ガス中に含有される有機系の汚染物質、水、吸収性ガスの含有濃度 D_c 、 D_w 、 D_g を、 $100\text{ppb} \leq D_c < 1000\text{ppb}$ 、 $1000\text{ppb} \leq D_w < 10000\text{ppb}$ 、 $3000\text{ppb} \leq D_g < 30000\text{ppb}$ に設定することができる。また、この場合、第2室84については、窒素ガス中に含有される有機系の汚染物質、水、吸収性ガスの含有濃度 D_c 、 D_w 、 D_g を、 $1000\text{ppb} \leq D_c < 10000\text{ppb}$ 、 $10000\text{ppb} \leq D_w < 100000\text{ppb}$ 、 $30000\text{ppb} \leq D_g < 300000\text{ppb}$ に設定することができる。

なお、本第3の実施形態では、ウエハガス置換室W1は、ウエハ室40の-Y側に配置されている。

その他の部分の構成等は、前述した第1の実施形態と同様になっている。

次に、本第3の実施形態に係る露光装置において、レチクルRを露光装置外からレチクル室15内に搬入する一連の動作について概略的に説明する。

まず、主制御装置100の指示に応じ、例えば、OHV90によりレチクルRを収納したレチクルキャリア88が受け渡しポート89に搬入される。この

レチクルキャリア 88 の受け渡しポート 89 への搬入を確認すると、主制御装置 100 では、開閉機構 91 を構成する駆動部 93 を介して駆動軸 94 を所定量上方に駆動し、開閉部材 92 をキャリア本体 88 A に係合させるとともに、係合・ロック解除機構によりレチクルキャリア 88 のロック機構を解除する。そして、主制御装置 100 では、駆動部 93 を介して駆動軸 94 を所定量下方に駆動する。これにより、キャリア本体 88 A を係合した開閉部材 92 が駆動軸 94 と一体で下方に所定量移動し、チャンバ 81 の内部と外部とを隔離した状態で、レチクルキャリア 88 の底部が開放される。すなわち、レチクル R を保持したキャリア本体 88 A がカバー 88 B から分離される。図 9 には、このキャリア本体 88 A がカバー 88 B から分離した状態が示されている。このとき、扉 22' は閉じている。

次に、主制御装置 100 では、扉 22' を開放するとともに、スカラーロボット 85 の駆動部 85 B を介してアーム 85 A を開口 82 a を介して第 2 室 84 内に侵入させ、開閉部材 92 上に支持されているレチクル R の下方に挿入する。次いで、主制御装置 100 では、不図示のリニアモータを介してスカラーロボット 85 を僅かに上昇駆動する。これにより、アーム 85 A によってレチクル R が下方から支持される。

次に、主制御装置 100 では、駆動部 85 B を介してアーム 85 A を縮めて、レチクル R を開口 82 a を介して第 1 室 83 内に搬入するとともに、扉 22' を閉じる。このようにして、第 1 室内に搬入された直後のレチクル R が図 9 中に仮想線で符号 R' を付して示されている。

上述のようにして、レチクル R を第 1 室 83 内に搬入する間に、第 1 室 83 と第 2 室 84 とが連通するため、第 1 室 83 内の特定ガス中の不純物含有濃度が僅かに上昇するが、チャンバ 81 内が外部（外気）と隔離されたままであり、第 1 室 83 及び第 2 室 84 は不純物含有濃度は異なるものの共に特定ガス環境に設定されており、しかも扉 22' の開放時間は僅かであるので、殆ど影響は

生じない。その後、すぐに主制御装置 100 により、ガス置換機構を介して、第 1 室 83 内の特定ガス環境がもとの状態に設定される。

次に、主制御装置 100 では、不図示のリニアモータを介してスカラーロボット 85 を、図 9 中に仮想線で示される位置まで上昇駆動する。

上記のスカラーロボット 85 の上昇後、主制御装置 100 では、扉 21 を開放し、駆動部 85 B を介してアーム 85 A を旋回及び伸縮させて、レチクル R を支持したアーム 85 A を開口 81 a、18 a を介してレチクル室 15 内に侵入させ、レチクル R をレチクルホルダ 14 上に搬入して、レチクル R のロードを行う。図 9 には、このレチクル R をレチクルホルダ 14 上にロードする直前の状態のアーム 85 A が仮想線にて示されている。

そして、レチクル R のレチクルホルダ 14 上へのロードが完了すると、主制御装置 100 では、アーム 85 A を縮めて開口 18 a、81 a を介して第 1 室 83 内に戻し、扉 21 を閉じる。

上述のようにして、レチクル R をレチクルホルダ 14 上へロードする間、レチクル室 15 と第 1 室 83 とが連通するため、レチクル室 15 内の特定ガス中の不純物含有濃度が僅かに上昇するが、レチクル室 15 及び第 1 室 83 は、不純物の含有濃度は異なるものの、共に特定ガス環境に設定されており、しかも扉 21 の開放時間は僅かであるので、殆ど影響は生じない。その後、すぐに主制御装置 100 により、ガス置換機構（給気弁 16、排気弁 17、ポンプ P2 など）を介してレチクル室 15 内の特定ガス環境がもとの状態に設定される。

この一方、レチクルホルダ 14 上にロードされたレチクル R を用いた露光が終了すると、主制御装置 100 では、前述した手順と逆の手順でスカラーロボット 85、扉 21、22' 等を制御し、受け渡しポート 89 下方のキャリア本体 88 A 上までレチクル R を搬送する。そして、主制御装置 100 では、開閉機構 91 によって前述した手順と逆の手順でキャリア本体 88 A をカバー 88 B と一体化し、OHV 90 による搬出のために待機する。

これまでの説明から明らかなように、本第3の実施形態では、ロボット85、支持部材87、及び該支持部材87を上下方向に駆動する不図示のリニアモータによって、マスク搬送系が構成されている。

以上説明したように、本第3の実施形態に係る露光装置によると、露光に用いられるレチクルRがそれぞれ一時的に收容される複数の密閉室、すなわち、レチクル室15、予備室R1（第1室83、第2室84）内に不純物の含有濃度が相互に異なる特定ガスがそれぞれ充填される。このため、露光時にレチクルRがレチクル室15に收容される前後においても、レチクルは特定ガスが充填されたガス環境下に置かれることになる。従って、露光のためレチクルRがレチクル室15に收容された際に、レチクル室15内部の光路上へ不純物が混入するのをほぼ確実に防止することができる。これにより、露光用照明光のエネルギー吸収に起因するレチクル室15内部の光路内の露光用照明光の透過率の低下ないしは変動、あるいは照度均一性の低下などを抑制して、安定したかつ十分な露光パワーを得ることが可能になる。この場合において、各室15、R1内部の特定ガス中の不純物の含有濃度が相互に異なり、レチクル室15に比べてレチクルRの滞在時間の短い予備室R1内部の特定ガス中の不純物の含有濃度をレチクル室15内部の特定ガス中の不純物の含有濃度より高く設定するので、レチクル用の予備室R1の特定ガス環境をレチクル室15と同等に設定維持する場合に比べて、その設備を簡単なものにすることができ、設備コストの低減も可能である。

また、レチクル用の予備室R1を構成するチャンバ81の第2室84部分の外側には、密閉型のマスクコンテナとしてのレチクルキャリア88が搬出入される受け渡しポート89が設けられている。この場合、予備室R1（より詳細には第2室84）外部の受け渡しポート89に搬入され載置されるレチクルキャリア88によって、マスクとしてのレチクルRを保管するマスク保管部が構成される。そして、予備室R1（より詳細には第2室84）内に、該室の内部

と外部とを隔離した状態で、レチクルキャリア 88 のキャリア本体 88A を開閉する開閉機構 91 が配置されている。このため、レチクル R を収納したレチクルキャリア 88 がチャンバ 81 に設けられた受け渡しポートに搬入され載置された状態で、開閉機構 91 により予備室 R1 の内部と外部とを遮断した状態で、扉を開くことができる。そのため、レチクル R のレチクルキャリア 88 からの取り出しに際して予備室 R1 内に吸収性ガスや有機物系の汚染物質等の不純物が混入するのを防止することができ、前記不純物がレチクル R に付着するのを防止することができる。

また、本第 3 の実施形態では、予備室 R1 は、開閉可能な扉を有する隔壁 82 により、レチクル室 15 に隣接する第 1 室 83 と、開閉機構 91 が配置された第 2 室 84 とに区画され、前記第 1 室 83 内の特定ガス中の不純物の含有濃度は、レチクル室 15 内の特定ガス中の不純物の含有濃度である第 1 の濃度以上で第 2 室 84 内の特定ガス中の不純物の含有濃度未満となるように、第 1 室 83、第 2 室 84 内の特定ガス中の不純物の含有濃度が設定される。すなわち、露光のためレチクル R が搬入されるレチクル室から最も遠い第 2 室 84 内の特定ガス中の不純物の含有濃度が最も高くなるように、第 1 室 83、第 2 室 84 内の特定ガス中の前記不純物の含有濃度が設定される。そのため、レチクル R の出し入れに伴う第 1 室 83、第 2 室 84 内の特定ガス濃度を効率良く所望の濃度に容易に設定することができるとともに、最もレチクル室に近い第 1 室 83 内の特定ガスの濃度が最も高くなるので、レチクル R をレチクル室 15 に搬入する際に、レチクル R とともに不純物がレチクル室 15 内部の光路上へ混入するのをほぼ確実に防止することができる。

また、レチクル用の予備室 R1 内に、レチクル R をレチクル室 15 に対して搬入及び搬出するマスク搬送系としてのレチクル搬送系（85、87 等）が配置されているので、レチクル室 15 内にレチクルの搬送系を設ける必要がない。そのため、レチクル室 15 の容積を小さくすることができる。すなわち、特

定ガス中の不純物の含有濃度を最も低くする必要があり、そのための設備コストが最も高くなる傾向にある、レチクル室 15 の容積を小さくできるので、その容積の減少に応じてレチクル室 15 内の特定ガス環境を設定維持するための設備を簡略化することができ、設備コストを低減することができる。

なお、上記第 3 の実施形態では、マスク保管部を構成するレチクルキャリアとして、レチクル R を 1 枚のみ収納する S M I F ポッドを用いる場合について説明したが、これに限らず、レチクル R を複数枚収納可能な S M I F ポッド、あるいは F O U P タイプのレチクルキャリア（マスクコンテナ）を用いても良い。かかる場合には、マスク保管部としてのマスクコンテナ内に複数のレチクル（マスク）が保管され、レチクル搬送系（85、87等）によって、レチクルキャリアとレチクル室 15 との間でレチクルが搬送されるので、レチクルを外部から 1 枚 1 枚搬送する場合は勿論、上記第 3 の実施形態に比べてもレチクルの搬送時間の短縮が可能である。

また、上記第 3 の実施形態では、予備室 R 1 が第 1 室 83、第 2 室 84 の 2 つの小部屋に区画された場合について説明したが、これに限らず、マスク用の予備室を、開閉可能な扉を有する隔壁により、マスク室に隣接する第 1 室と、開閉機構が配置された第 2 室とを含む 3 つ以上の小部屋に区画しても構わない。この場合、第 1 室内の特定ガス中の不純物の含有濃度は、前記第 1 の濃度以上で第 2 室内の特定ガス中の不純物の含有濃度未満となるように、各小部屋内の特定ガス中の不純物の含有濃度が設定されることとしても良い。また、この場合、第 2 室から第 1 室に近づくにつれて、特定ガス中の不純物の含有濃度が徐々に低くなるように設定することとしても良い。このようにしても上記第 3 の実施形態と同等の効果を得ることができる。

この他、上記第 3 の実施形態において、予備室 R 1（具体的には第 1 室 83 又は第 2 室 84）内にレチクル R のブリアライメント部を設けても良い。また、受け渡しポート 89 に搬入されるレチクルキャリアが複数枚のレチクルを収納

可能であるときは、例えば予備室 R 1、特に第 1 室 8 3 内でレチクル室 1 5 に近い位置に複数枚のレチクルを一時保管可能な棚を設けておき、レチクルキャリア内に収納され、露光装置で使用する複数枚のレチクルを予めその棚に保管しておくようにしても良い。この場合、レチクルの交換時間の短縮が可能となる。

なお、上記第 1 ～第 3 の実施形態では、レチクルガス置換室（又は予備室）R 1、ウエハガス置換室 W 1 がそれぞれ設けられた場合について説明したが、これらは必ずしも両方設ける必要はない。特にウエハ室に比べて容積の小さなレチクル室であれば、レチクル搬入後に前述した減圧、及びガス充填を行うのにそれほどの時間は掛からないので、レチクル搬入後にレチクル室内のガス置換を行うようにしても良く、かかる場合には、レチクルガス置換室は必ずしも必要ではない。勿論、ウエハ室内にウエハを搬入後に、ウエハ室内で上記の減圧及びガス充填を行うようにすれば、ウエハガス置換室も必ずしも設ける必要がない。

また、上記各実施形態では、レチクルガス置換室、ウエハガス置換室内に共にロード（搬送系）を設ける場合について説明したが、これに限らず、ウエハ室、レチクル室内にそれぞれロードを設けるようにしても良い。この場合には、レチクルガス置換室、ウエハガス置換室内のロードは不要である。また、かかる場合には、レチクル室 1 5 内にレチクルライブラリを配置したり、あるいは、ウエハ室内に F O U P（Front Opening Unified Pod）あるいは O C（Open carrier）等のウエハコンテナを配置するようにすることも可能である。このようにすると、レチクル交換時間、ウエハ交換時間の短縮化によるスループットの向上が可能である。

また、上記各実施形態では、レチクル室 1 5 内、ウエハ室 4 0 内のガス環境が一樣である場合について説明したが、例えばウエハ室 1 5 内では、ウエハ W 表面のみに低吸収性ガスをフローさせるようにしても良い。この場合、バキュー

ームによる排気と、低吸収性ガスの給気（送気）とを同時に行うことが望ましい。この場合、ウエハ表面に塗布されたレジストの飛沫が露光に与える影響を低減することができる。

なお、上記第1～第3の実施形態では、レチクル室15又はウエハ室40とその予備室とで不純物の含有濃度をそれぞれ異ならせるものとしたが、予備室が複数に分けられているときは、その複数の予備室の少なくとも1つで、不純物の含有濃度をレチクル室15又はウエハ室40と異ならせる、具体的には不純物の含有濃度を高く設定しておけば良い。但し、レチクル室15又はウエハ室40に接続される予備室で不純物の含有濃度を高くするときは、その予備室よりもレチクルR又はウエハWの搬送経路における上流側に設けられる予備室での不純物の含有濃度をその予備室と同程度以上に設定することが望ましい。

また、レチクル室15又はウエハ室40に接続される予備室、あるいはその予備室に接続される予備室での不純物の含有濃度を、それよりもレチクルR又はウエハWの搬送経路における下流側に配置されるレチクル室15又はウエハ室40、あるいは予備室よりも高くするとき、その含有濃度が高く設定された予備室内のガスが、含有濃度が低いレチクル室15又はウエハ室40、あるいは予備室内に流入しないように、それらレチクル室15又はウエハ室40、あるいは予備室内部の圧力を高く設定しておくようにしても良い。

さらに、ヘリウムなどの特定ガスを回収して再利用するときは、その回収された特定ガスに含まれる不純物をケミカルフィルタなどで除去してその濃度を前述の設定値以下にした上でレチクル室15又はウエハ室40、あるいは予備室などに供給するようにしても良いが、その回収された特定ガスはそれ単独で、あるいは新しい特定ガスと混ぜて予備室及びレチクルキャリアの少なくとも一方のみに送るようにし、レチクル室15及びウエハ室40にはそれぞれ新しい特定ガスのみを供給するようにしても良い。この場合、特定ガスのコストを削減しつつ、レチクル室15又はウエハ室40、予備室での含有濃度を各目標値

に容易に設定することが可能となる。

なお、上記各実施形態では、ステップ・アンド・リピート方式の縮小投影露光装置に本発明が適用された場合について説明したが、本発明の適用範囲がこれに限定されないことは勿論である。すなわち、本発明は、ステップ・アンド・スキャン方式等の走査型露光装置にも好適に適用できる。この場合、レチクルホルダ14を、不図示のレチクルステージ上に配置し、レチクルRを少なくとも1次元方向に走査する構成とするとともに、レチクルステージの走査に同期してウエハステージWSTを走査するようにすれば良い。この場合、レチクル側の干渉計も上記実施形態中の干渉計37X等と同様の構成にすれば良い。

また、レチクル側の走査ステージもガスフローによる浮力を利用したステージとすることが好ましいが、ここでもステージの浮上用に供給するガスは、前記低吸収性ガスであることは勿論である。

なお、上記各実施形態では、露光装置の光源として、発振波長157nmのF₂レーザ、発振波長146nmのKr₂レーザ、発振波長126nmのAr₂レーザ、あるいは発振波長193nmのArFエキシマレーザなどを用いるものとしたが、本発明がこれに限定されるものではない。例えば、真空紫外光として上記各光源から出力されるレーザ光に限らず、DFB半導体レーザ又はファイバーレーザから発振される赤外域、又は可視域の単一波長レーザ光を、例えばエルビウム(Eb)(又はエルビウムとイットルビウム(Yb)の両方)がドープされたファイバーアンプで増幅し、非線形光学結晶を用いて紫外光に波長変換した高調波を用いても良い。

例えば、単一波長レーザの発振波長を1.51~1.59μmの範囲内とすると、発生波長が189~199nmの範囲内である8倍高調波、又は発生波長が151~159nmの範囲内である10倍高調波が出力される。特に発振波長を1.544~1.553μmの範囲内とすると、発生波長が193~194nmの範囲内の8倍高調波、即ちArFエキシマレーザ光とほぼ同一波長

となる紫外光が得られ、発振波長を $1.57 \sim 1.58 \mu\text{m}$ の範囲内とすると、発生波長が $157 \sim 158 \text{ nm}$ の範囲内の 10 倍高調波、即ち F_2 レーザ光とほぼ同一波長となる紫外光が得られる。

また、発振波長を $1.03 \sim 1.12 \mu\text{m}$ の範囲内とすると、発生波長が $147 \sim 160 \text{ nm}$ の範囲内である 7 倍高調波が出力され、特に発振波長を $1.099 \sim 1.106 \mu\text{m}$ の範囲内とすると、発生波長が $157 \sim 158 \mu\text{m}$ の範囲内の 7 倍高調波、即ち F_2 レーザ光とほぼ同一波長となる紫外光が得られる。この場合、単一波長発振レーザとしては例えばイッテルビウム・ドーブ・ファイバーレーザを用いることができる。

また、投影光学系の倍率は縮小系のみならず等倍および拡大系のいずれでも良い。また、投影光学系の屈折光学素子としては、ArFエキシマレーザなどを用いる場合は硝材として石英やホタル石の両方を用いることができるが、 F_2 レーザより波長の短い光源を用いる場合は、全てホタル石を用いることが必要となる。

なお、本発明に係る露光装置では、投影光学系として屈折光学系に限らず、反射光学素子のみからなる反射系、又は反射光学素子と屈折光学素子とを有する反射屈折系（カタディオプトリック系）を採用しても良い。この反射屈折型の投影光学系としては、例えば特開平 8-171054 号公報及びこれに対応する米国特許第 5,668,672 号、並びに特開平 10-20195 号公報及びこれに対応する米国特許第 5,835,275 号などに開示される、反射光学素子としてビームスプリッタと凹面鏡とを有する反射屈折系、又は特開平 8-334695 号公報及びこれに対応する米国特許第 5,689,377 号、並びに特開平 10-3039 号公報及びこれに対応する米国特許出願第 873,605 号（出願日：1997 年 6 月 12 日）などに開示される、反射光学素子としてビームスプリッタを用いずに凹面鏡などを有する反射屈折系を用いることができる。本国際出願で指定した指定国又は選択した選択国の国内法

令が許す限りにおいて、上記各公報及びこれらに対応する米国特許、及び米国特許出願における開示を援用して本明細書の記載の一部とする。

この他、米国特許第5, 031, 976号、第5, 488, 229号、及び第5, 717, 518号に開示される、複数の屈折光学素子と2枚のミラー（凹面鏡である主鏡と、屈折素子又は平行平板の入射面と反対側に反射面が形成される裏面鏡である副鏡）とを同一軸上に配置し、その複数の屈折光学素子によって形成されるレチクルパターンの中間像を、主鏡と副鏡とによってウエハ上に再結像させる反射屈折系を用いても良い。この反射屈折系では、複数の屈折光学素子に続けて主鏡と副鏡とが配置され、照明光が主鏡の一部を通して副鏡、主鏡の順に反射され、さらに副鏡の一部を通してウエハ上に達することになる。本国際出願で指定した指定国又は選択した選択国の国内法令が許す限りにおいて、上記米国特許における開示を援用して本明細書の記載の一部とする。

勿論、半導体素子の製造に用いられる露光装置だけでなく、液晶表示素子などを含むディスプレイの製造に用いられる、デバイスパターンをガラスプレート上に転写する露光装置、薄膜磁気ヘッドの製造に用いられる、デバイスパターンをセラミックウエハ上に転写する露光装置、及び撮像素子（CCDなど）あるいはマイクロマシンなどの製造に用いられる露光装置などにも本発明を適用することができる。

また、半導体素子などのマイクロデバイスだけでなく、光露光装置、EUV露光装置、X線露光装置、及び電子線露光装置などで使用されるレチクル又はマスクを製造するために、ガラス基板又はシリコンウエハなどに回路パターンを転写する露光装置にも本発明を適用できる。ここで、DUV（遠紫外）光やVUV（真空紫外）光などを用いる露光装置では一般的に透過型レチクルが用いられ、レチクル基板としては石英ガラス、フッ素がドーブされた石英ガラス、ホタル石、フッ化マグネシウム、又は水晶などが用いられる。また、プロキシミティ方式のX線露光装置、又は電子線露光装置などでは透過型マスク（ステ

ンシルマスク、メンブレンマスク) が用いられ、マスク基板としてはシリコンウエハなどが用いられる。

なお、複数のレンズから構成される照明光学系、投影光学系を露光装置本体に組み込み、光学調整をするとともに、多数の機械部品からなるウエハステージ(スキャン型の場合はレチクルステージも)を露光装置本体に取り付けて配線や配管を接続し、レチクル室 15、ウエハ室 40 を構成する各隔壁、レチクルガス置換室(予備室)、ウエハガス置換室等を組み付け、ガスの配管系を接続し、主制御装置 100 等の制御系に対する各部の接続を行い、更に総合調整(電気調整、動作確認等)をすることにより、上記実施形態の露光装置 200 等の本発明に係る露光装置を製造することができる。なお、露光装置の製造は温度およびクリーン度等が管理されたクリーンルームで行うことが望ましい。

《デバイス製造方法》

次に、上述した露光装置及び露光方法をリソグラフィ工程で使用したデバイスの製造方法の実施形態について説明する。

図 10 には、デバイス(IC や LSI 等の半導体チップ、液晶パネル、CCD、薄膜磁気ヘッド、マイクロマシン等)の製造例のフローチャートが示されている。図 10 に示されるように、まず、ステップ 201 (設計ステップ)において、デバイスの機能・性能設計(例えば、半導体デバイスの回路設計等)を行い、その機能を実現するためのパターン設計を行う。引き続き、ステップ 202 (マスク製作ステップ)において、設計した回路パターンを形成したマスクを製作する。一方、ステップ 203 (ウエハ製造ステップ)において、シリコン等の材料を用いてウエハを製造する。

次に、ステップ 204 (ウエハ処理ステップ)において、ステップ 201 ~ ステップ 203 で用意したマスクとウエハを使用して、後述するように、リソグラフィ技術等によってウエハ上に実際の回路等を形成する。次いで、ステップ 205 (デバイス組立ステップ)において、ステップ 204 で処理されたウ

エハを用いてデバイス組立を行う。このステップ205には、ダイシング工程、ボンディング工程、及びパッケージング工程（チップ封入）等の工程が必要に応じて含まれる。

最後に、ステップ206（検査ステップ）において、ステップ205で作製されたデバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行う。こうした工程を経た後にデバイスが完成し、これが出荷される。

図11には、半導体デバイスの場合における、上記ステップ204の詳細なフロー例が示されている。図11において、ステップ211（酸化ステップ）においてはウエハの表面を酸化させる。ステップ212（CVDステップ）においてはウエハ表面に絶縁膜を形成する。ステップ213（電極形成ステップ）においてはウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ214（イオン打込みステップ）においてはウエハにイオンを打ち込む。以上のステップ211～ステップ214それぞれは、ウエハ処理の各段階の前処理工程を構成しており、各段階において必要な処理に応じて選択されて実行される。

ウエハプロセスの各段階において、上述の前処理工程が終了すると、以下のようにして後処理工程が実行される。この後処理工程では、まず、ステップ215（レジスト形成ステップ）において、ウエハに感光剤を塗布する。引き続き、ステップ216（露光ステップ）において、上で説明した露光装置及び露光方法によってマスクの回路パターンをウエハに転写する。次に、ステップ217（現像ステップ）においては露光されたウエハを現像し、ステップ218（エッチングステップ）において、レジストが残存している部分以外の部分の露出部材をエッチングにより取り去る。そして、ステップ219（レジスト除去ステップ）において、エッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。

これらの前処理工程と後処理工程とを繰り返し行うことによって、ウエハ上に多重に回路パターンが形成される。

以上説明した本実施形態のデバイス製造方法を用いれば、露光工程（ステッ

ブ 2 1 6) において上記の各実施形態の露光装置及び上で説明した露光方法が用いられ、真空紫外域の露光光により解像力の向上が可能となり、しかも露光量制御を高精度に行うことができるので、結果的に最小線幅が $0.1 \mu\text{m}$ 程度の高集積度のデバイスを歩留まり良く生産することができる。

産業上の利用可能性

以上説明したように、本発明に係る露光装置及び露光方法は、集積回路等のマイクロデバイスを製造するリソグラフィ工程において、微細パターンをウエハ等の基板上に精度良く形成するのに適している。また、本発明に係るデバイス製造方法は、微細なパターンを有するデバイスの製造に適している。

請 求 の 範 囲

1. 露光用照明光をマスクに照射して該マスクのパターンを基板上に転写する露光装置であって、

前記マスクから前記基板に至る前記露光用照明光の光路の内、少なくとも前記マスク近傍の光路を覆うマスク室を含み、前記マスクがそれぞれ一時的に收容される複数の密閉室を備え、

前各密閉室の内部に、前記露光用照明光の吸収が小さい特性を有する同一あるいは異なる種類の特定ガスがそれぞれ充填されるとともに、少なくとも1つの前記密閉室内部の前記特定ガス中の不純物の含有濃度が前記マスク室内部の前記特定ガス中の前記不純物の含有濃度と異なることを特徴とする露光装置。

2. 請求項1に記載の露光装置において、

前記複数の密閉室は、前記マスク室と、該マスク室に隣接して配置され、前記マスクが前記マスク室への搬入に先立って一時的に收容されるマスク用の予備室とを含むことを特徴とする露光装置。

3. 請求項2に記載の露光装置において、

前記マスク室内に充填される前記特定ガス中の前記不純物の含有濃度は、第1の濃度未満であるとともに、前記マスク用の予備室内に充填される前記特定ガス中の不純物の含有濃度は、前記第1の濃度の10倍～100倍程度の第2の濃度であることを特徴とする露光装置。

4. 請求項3に記載の露光装置において、

前記マスク用の予備室は、前記マスク室との境界部に設けられた出入り口を

含む、扉によりそれぞれ開閉される 2 箇所の出入り口を有し、

前記マスクの前記マスク室への搬入に先立って、前記マスク用の予備室内部の気体を前記不純物の含有濃度が前記第 2 の濃度程度の前記特定ガスに置換するガス置換を行うガス置換機構を更に備えることを特徴とする露光装置。

5. 請求項 4 に記載の露光装置において、

前記ガス置換機構は、前記マスク用の予備室内に前記マスクが収容された時、前記マスク用の予備室内部の気体を排気してその内圧を一旦減圧した後前記特定ガスを前記マスク用の予備室内に供給することにより、前記ガス置換を行うことを特徴とする露光装置。

6. 請求項 4 に記載の露光装置において、

前記マスク室との境界部に設けられた前記出入り口を開閉する扉は、高速シャッターであることを特徴とする露光装置。

7. 請求項 2 に記載の露光装置において、

前記マスク用の予備室を構成するチャンバには、前記マスクを収納する開閉可能な扉を有する密閉型のマスクコンテナが搬出入される受け渡しポートが設けられ、

前記マスク用の予備室内には、該予備室の内部と外部とを遮断した状態で、前記マスクコンテナの扉を開閉する開閉機構が配置されていることを特徴とする露光装置。

8. 請求項 7 に記載の露光装置において、

前記マスク用の予備室は、開閉可能な扉を有する隔壁により、前記マスク室に隣接する第 1 室と、前記開閉機構が配置された第 2 室とを含む複数の小部屋

に区画され、

前記第 1 室内の前記特定ガス中の前記不純物の含有濃度は、前記第 1 の濃度以上で前記第 2 室内の前記特定ガス中の前記不純物の含有濃度未満となるように、前記各小部屋内の特定ガス中の前記不純物の含有濃度が設定されることを特徴とする露光装置。

9. 請求項 7 に記載の露光装置において、

前記マスクコンテナは、前記扉がその底部に設けられているボトム・オープンタイプのマスクコンテナであることを特徴とする露光装置。

10. 請求項 2 に記載の露光装置において、

前記マスクの搬送経路中には、前記マスクに紫外域のエネルギービームを照射するエネルギービーム射出部が設けられていることを特徴とする露光装置。

11. 請求項 10 に記載の露光装置において、

前記エネルギービーム射出部は、前記マスク用の予備室内に設けられていることを特徴とする露光装置。

12. 請求項 2 に記載の露光装置において、

前記マスク用の予備室内に、前記マスクを前記マスク室に対して搬入及び搬出するマスク搬送系が配置されていることを特徴とする露光装置。

13. 請求項 1 に記載の露光装置において、

前記マスクから出射される前記露光用照明光を前記基板上に投射する投影光学系を更に備え、

前記マスク室は、前記マスクと前記投影光学系との間の光路を覆うものであ

ることを特徴とする露光装置。

14. 請求項1に記載の露光装置において、

前記マスクを保管するマスク保管部と；

前記マスク保管部と前記マスク室との間で前記マスクを搬送するマスク搬送系とを更に備えることを特徴とする露光装置。

15. 請求項14に記載の露光装置において、

前記マスク保管部は、前記マスクを複数保管するマスクライブラリであることを特徴とする露光装置。

16. 請求項15に記載の露光装置において、

前記マスクライブラリは、前記マスクをマスクケース内に収納した状態で保管し、

前記保管中の前記マスクケース内に前記特定ガスを供給可能なガス供給機構を更に備えることを特徴とする露光装置。

17. 請求項16に記載の露光装置において、

前記マスクケースは、前記マスクを少なくとも1枚収納する、開閉可能な扉を有する密閉型のマスクケースであり、

前記マスク搬送系は、前記マスクをマスクケース内に収納した状態で前記マスク室を除くいずれかの密閉室まで搬送し、該密閉室の内部には、前記マスクケースの扉を開閉する扉開閉機構が設けられていることを特徴とする露光装置。

18. 請求項14に記載の露光装置において、

前記マスク保管部は、前記マスク室を除くいずれかの密閉室の外部若しくは内部に配置された前記マスクを少なくとも1枚収納する、開閉可能な扉を有する密閉型のマスクコンテナであり、

前記いずれかの密閉室内には、該密閉室の内部と外部とを隔離した状態で前記マスクコンテナの扉を開閉する開閉機構が設けられていることを特徴とする露光装置。

19. 請求項1に記載の露光装置において、

前記マスクから前記基板に至る前記露光用照明光の光路の内、少なくとも前記基板近傍の光路を覆い、その内部に前記特定ガスが充填された密閉室から成る基板室を更に備えることを特徴とする露光装置。

20. 請求項19に記載の露光装置において、

前記基板室に隣接して配置され、前記基板の前記基板室への搬入に先立って前記基板を一時的に収容する密閉室から成る基板用の予備室と；

前記基板用の予備室内部の気体を前記特定ガスに置換するガス置換を行うガス置換機構とを更に備えることを特徴とする露光装置。

21. 請求項19に記載の露光装置において、

前記マスクから出射される前記露光用照明光を前記基板上に投射する投影光学系を更に備え、

前記基板室は、前記基板と前記投影光学系との間の光路を覆うものであることを特徴とする露光装置。

22. 露光用照明光をマスクに照射して該マスクのパターンを基板上に転写する露光装置であって、

前記マスクから前記基板に至る前記露光用照明光の光路の内、少なくとも前記基板近傍の光路を覆う基板室を含み、前記基板がそれぞれ一時的に收容される複数の密閉室を備え、

前記各密閉室の内部に、前記露光用照明光の吸収が小さい特性を有する同一あるいは異なる種類の特定ガスがそれぞれ充填されるとともに、少なくとも1つの前記密閉室内部の前記特定ガス中の不純物の含有濃度が前記基板室内部の前記特定ガス中の前記不純物の含有濃度と異なることを特徴とする露光装置。

23. 請求項22に記載の露光装置において、

前記複数の密閉室は、前記基板室と、該基板室に隣接して配置され、前記基板が前記基板室への搬入に先立って一時的に收容される基板用の予備室とを含むことを特徴とする露光装置。

24. 請求項23に記載の露光装置において、

前記基板用の予備室は、前記基板室との境界部に設けられた出入り口を含む、扉によりそれぞれ開閉される2箇所の出入り口を有し、

前記基板の前記基板室への搬入に先立って、前記基板用の予備室内部の気体を前記不純物の含有濃度が所定の濃度の特定ガスに置換するガス置換を行うガス置換機構を更に備えることを特徴とする露光装置。

25. 請求項24に記載の露光装置において、

前記基板室との境界部に設けられた前記出入り口を開閉する扉は、高速シャッタであることを特徴とする露光装置。

26. 請求項24に記載の露光装置において、

前記ガス置換機構は、前記基板用の予備室内に前記基板が收容された時、前

記基板用の予備室内部の気体を排気してその内圧を一旦減圧した後前記特定ガスを前記基板用の予備室内に供給することにより、前記ガス置換を行うことを特徴とする露光装置。

27. 請求項23に記載の露光装置において、

前記基板用の予備室内に、前記基板を前記基板室に対して搬入及び搬出する基板搬送系が配置されていることを特徴とする露光装置。

28. 請求項22に記載の露光装置において、

前記基板を保持して移動する基板ステージと；

前記基板ステージに設けられた反射面に光透過窓を介して測長ビームを投射し、その反射光を受光して前記基板ステージの位置を検出する干渉計とを更に備えることを特徴とする露光装置。

29. 請求項22に記載の露光装置において、

前記基板を保持してガイド面に沿って移動する基板ステージと；

前記基板ステージに設けられ、前記ガイド面に対して前記特定ガスを吹き付けてガイド面との間の空隙内の前記特定ガスの静圧により前記基板ステージを前記ガイド面に対して非接触で浮上支持する気体静圧軸受け装置とを更に備えることを特徴とする露光装置。

30. 露光用照明光をマスクに照射して該マスクのパターンを基板上に転写する露光装置であって、

前記露光用照明光を用いた前記基板の露光のため前記マスクが収容されるとともに、その内部に前記露光用照明光の吸収が小さい特性を有する特定ガスが充填される密閉室と；

前記密閉室内での前記マスクを用いた露光の終了後に、前記マスクを収納する密閉型のマスクケース内に前記特定ガスを再度充填するガス充填機構とを備える露光装置。

31. 請求項4、20、24のいずれか一項に記載の露光装置において、
前記ガス置換機構は、前記特定ガスを流し続けることにより前記ガス置換を行うことを特徴とする露光装置。

32. 請求項5又は26に記載の露光装置において、
前記ガス置換機構は、前記ガス置換を10秒以上の時間を掛けて行うことを特徴とする露光装置。

33. 請求項1～30のいずれか一項に記載の露光装置において、
前記密閉室の少なくとも1つの前記特定ガスに接する部分は、脱ガスの少ない材料によりコーティングされていることを特徴とする露光装置。

34. 請求項1～30のいずれか一項に記載の露光装置において、
前記密閉室の少なくとも一つに供給される前記特定ガスは循環使用されていることを特徴とする露光装置。

35. 請求項34に記載の露光装置において、
前記特定ガスが循環使用される密閉室には、前記特定ガスの給気系と排気系とが接続され、前記給気系と排気系の両者に前記不純物除去用のケミカルフィルタが設けられていることを特徴とする露光装置。

36. 請求項1～30のいずれか一項に記載の露光装置において、

前記露光用照明光は、波長 200 nm 以下の光であることを特徴とする露光装置。

37. 請求項 36 に記載の露光装置において、

前記特定ガスは、窒素、アルゴン、ヘリウム、ネオン及びクリプトンのグループから任意に選択された気体をほぼ全ての成分とする気体であることを特徴とする露光装置。

38. 露光用照明光をマスクに照射して該マスクのパターンを基板上に転写する露光方法であって、

前記マスクから基板に至る前記露光用照明光の光路の内、少なくとも前記マスク近傍の光路を覆う密閉空間内に、不純物の含有濃度が第 1 の濃度未満で前記露光用照明光の吸収が少ない特性を有する低吸収性ガスを充填する第 1 工程と；

前記密閉空間内への前記マスクの搬入に先立って、前記密閉空間に隣接する予備室内に前記マスクを一時的に收容して、前記予備室の内部の気体を不純物の含有濃度が第 1 の濃度以上かつ第 2 の濃度未満の前記低吸収性ガスに置換する第 2 工程と；

前記マスクを前記密閉空間内の所定の位置に搬入して、前記パターンを前記基板上に転写する第 3 工程とを含む露光方法。

39. 露光用照明光をマスクに照射して該マスクのパターンを基板上に転写する露光方法であって、

前記マスクから基板に至る前記露光用照明光の光路の内、少なくとも前記基板近傍の光路を覆う密閉空間内に、不純物の含有濃度が第 1 の濃度未満で前記露光用照明光の吸収が少ない特性を有する低吸収性ガスを充填する第 1 工程と

;

前記密閉空間内への前記基板の搬入に先立って、前記密閉空間に隣接する予備室内に前記基板を一時的に収容して、前記予備室の内部の気体を不純物の含有濃度が第1の濃度以上かつ第2の濃度未満の前記低吸収性ガスに置換する第2工程と；

前記基板を前記密閉空間内の所定の位置に搬入して前記パターンを前記基板上に転写する第3工程とを含む露光方法。

40. 請求項38又は39に記載の露光方法において、

前記第2工程における前記ガス置換に際し、前記予備室内の気体を排気してその内圧を一旦減圧後に、前記低吸収性ガスを前記予備室内に供給することを特徴とする露光方法。

41. 請求項38又は39に記載の露光方法において、

前記露光用照明光は、波長200nm以下の光であることを特徴とする露光方法。

42. 請求項41に記載の露光方法において、

前記低吸収性ガスは、窒素、アルゴン、ヘリウム、ネオン及びクリプトンのグループから任意に選択された気体をほぼ全ての成分とする気体であることを特徴とする露光方法。

43. リソグラフィ工程を含むデバイス製造方法において、

前記リソグラフィ工程で請求項1～30のいずれか一項に記載の露光装置を用いて露光を行うことを特徴とするデバイス製造方法。

- 4 4 . リソグラフィ工程を含むデバイス製造方法であって、
前記リソグラフィ工程で請求項 3 8 又は 3 9 に記載の露光方法を用いること
を特徴とするデバイス製造方法。

Fig. 1

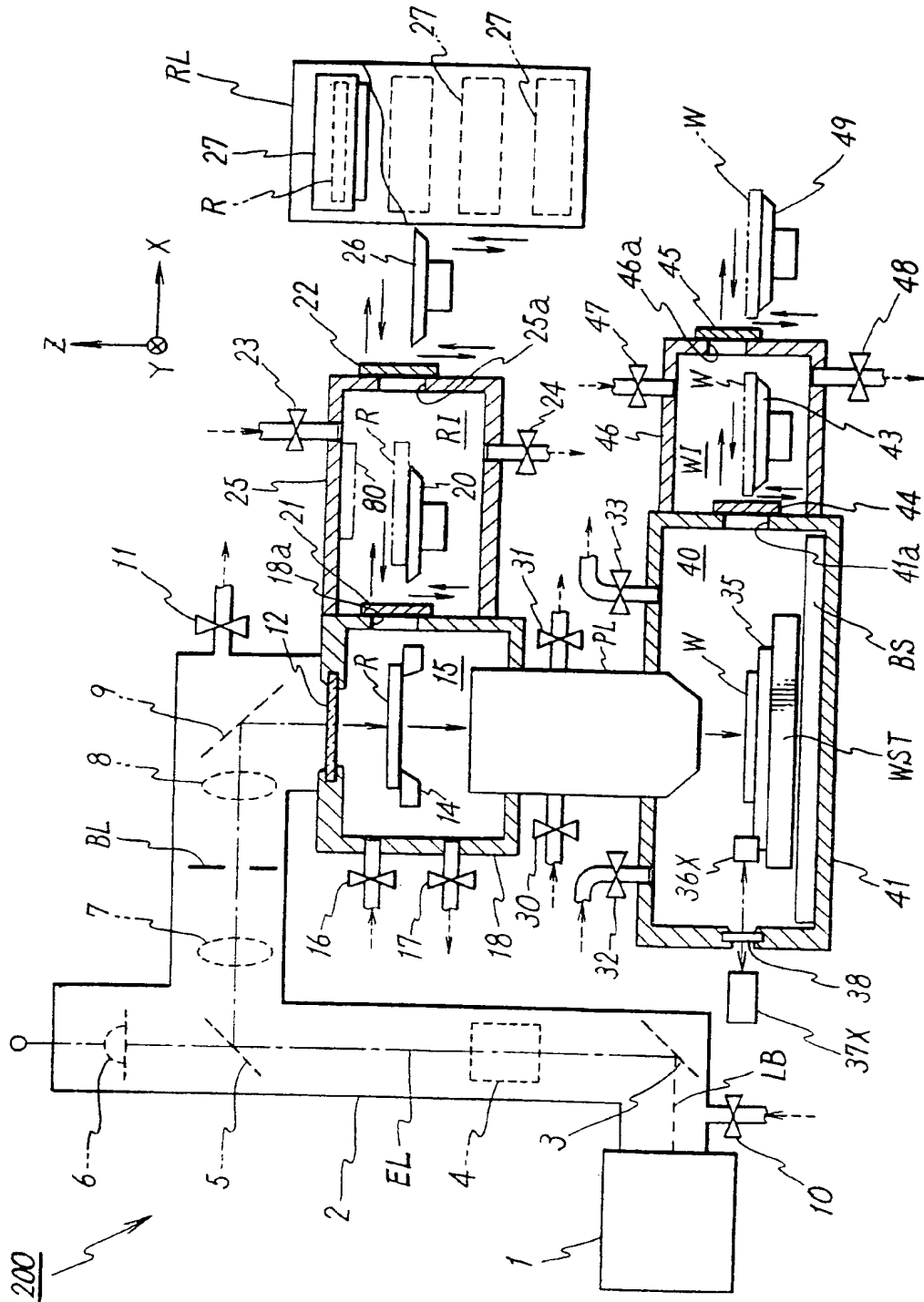


Fig. 2

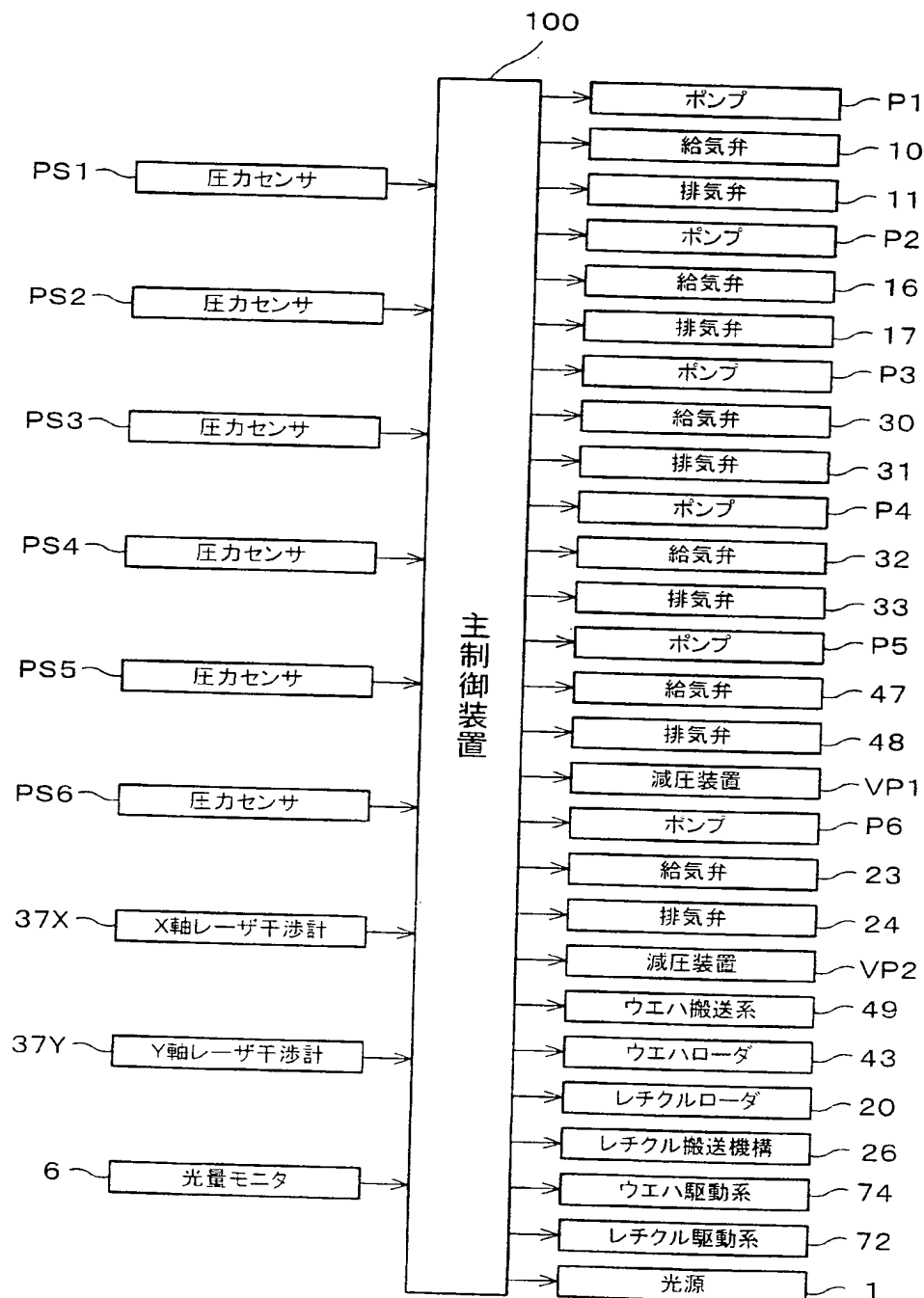


Fig. 4A

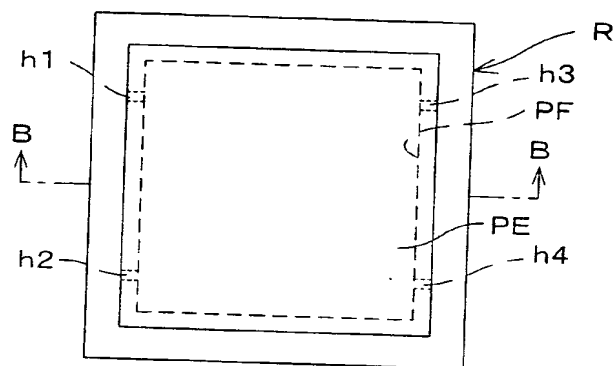


Fig. 4B

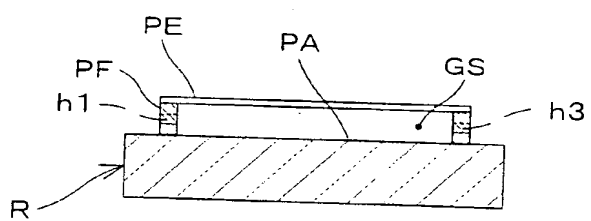


Fig. 5

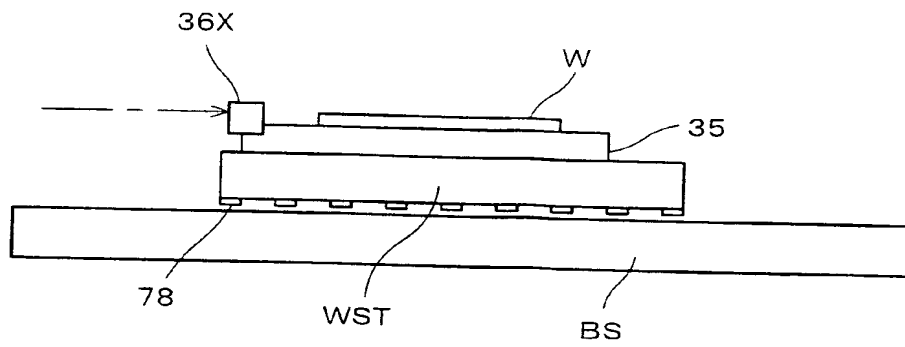
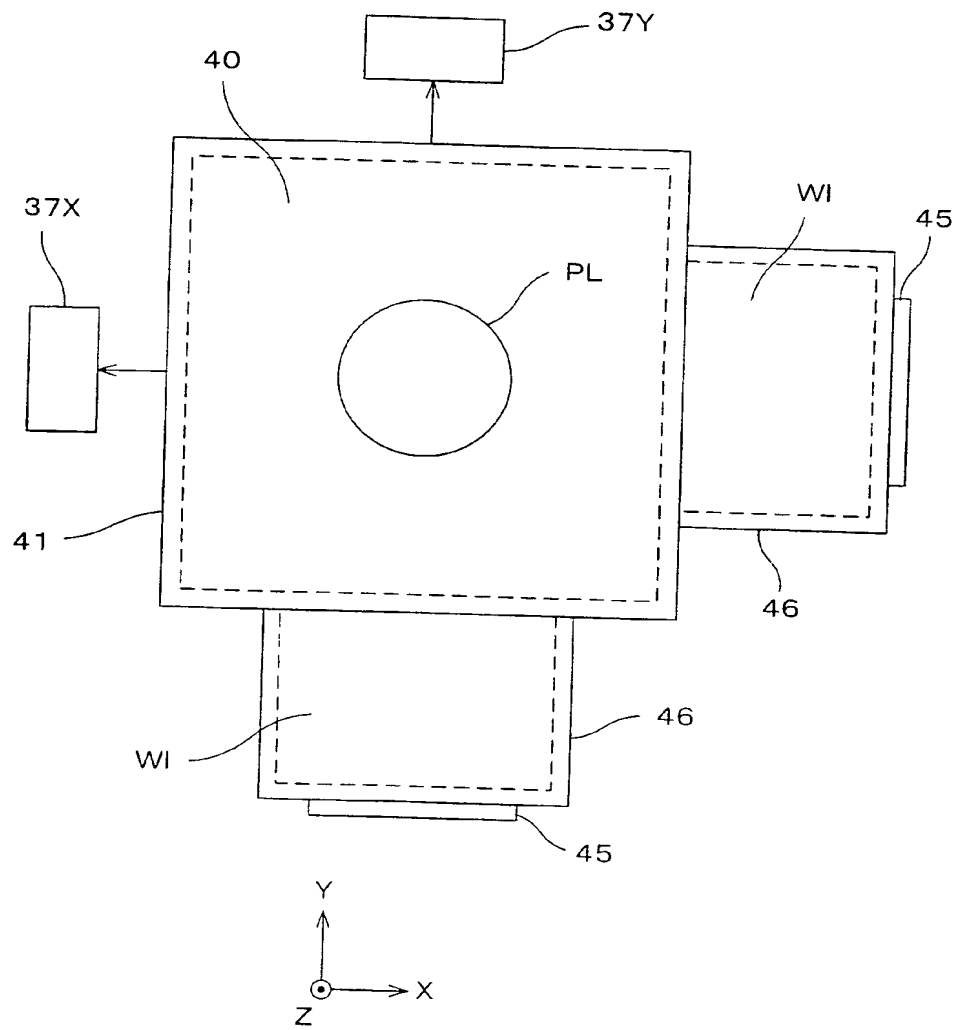


Fig. 6



F i g . 7

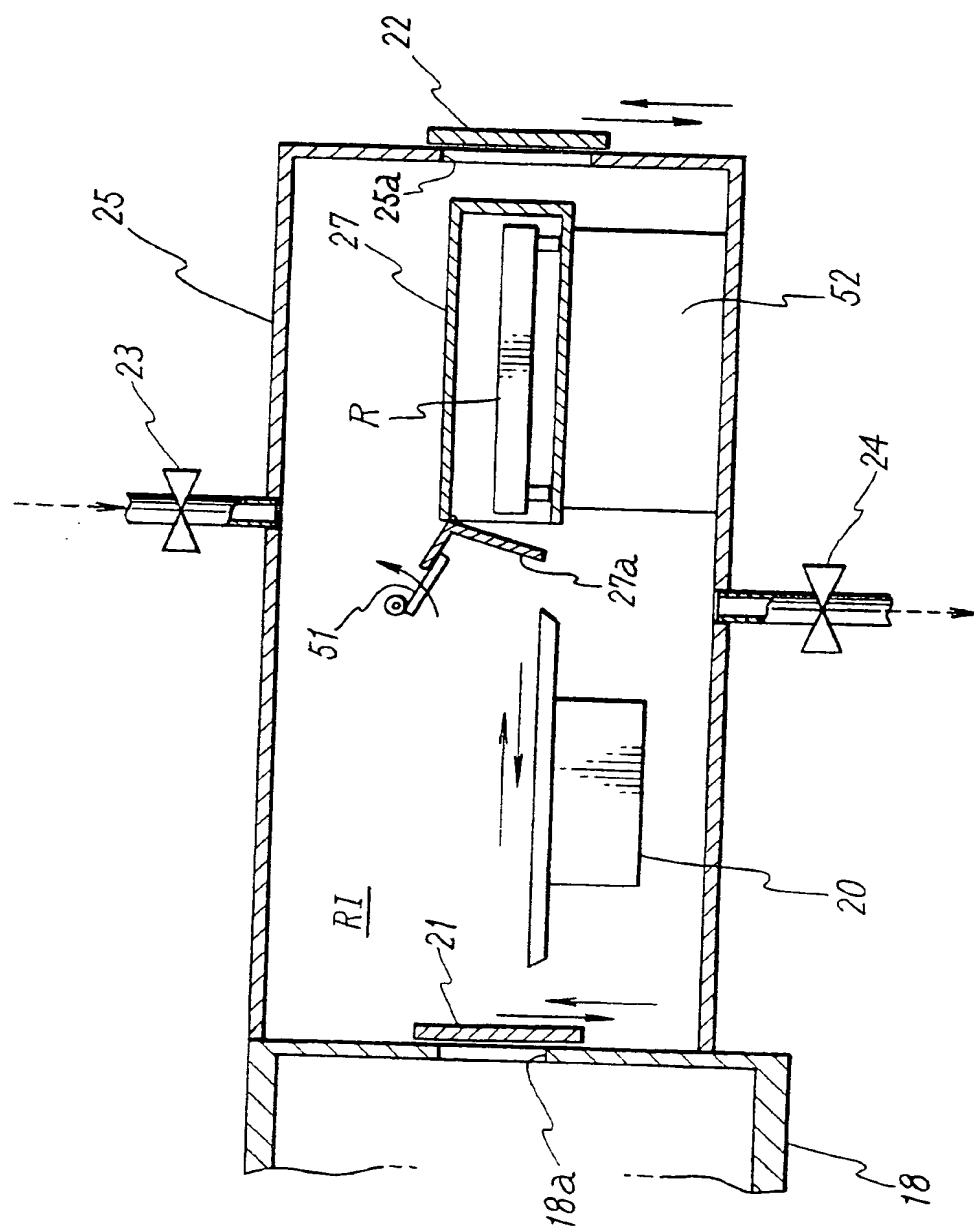


Fig. 8A

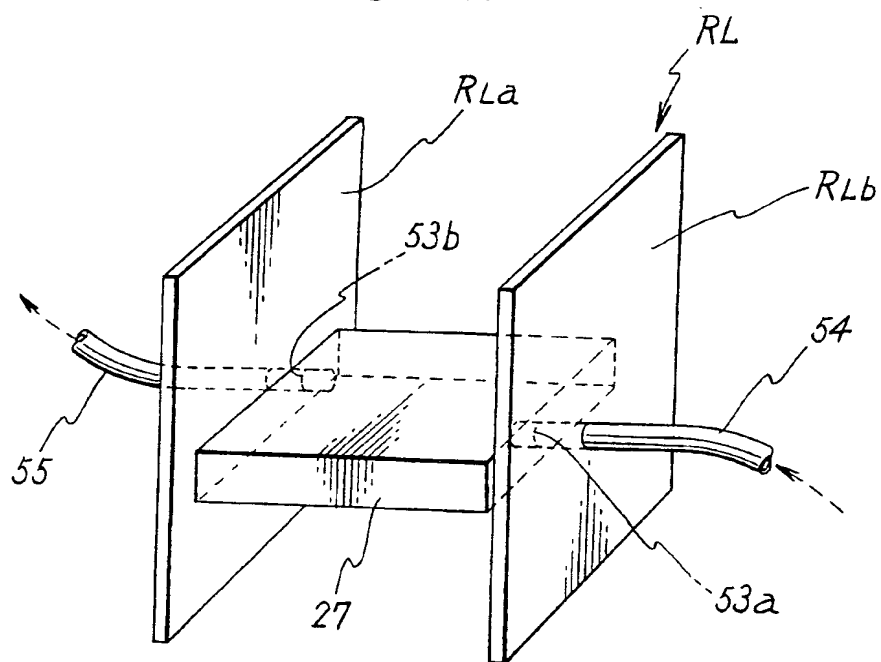
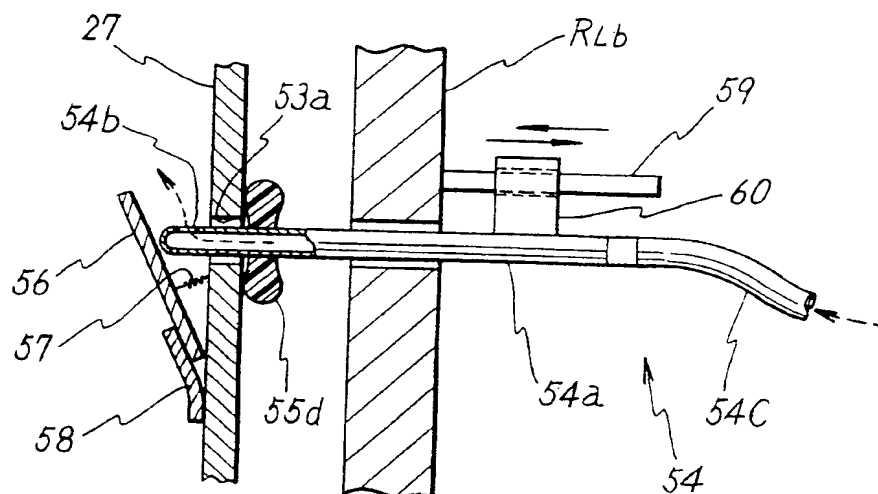


Fig. 8B



F i g . 9

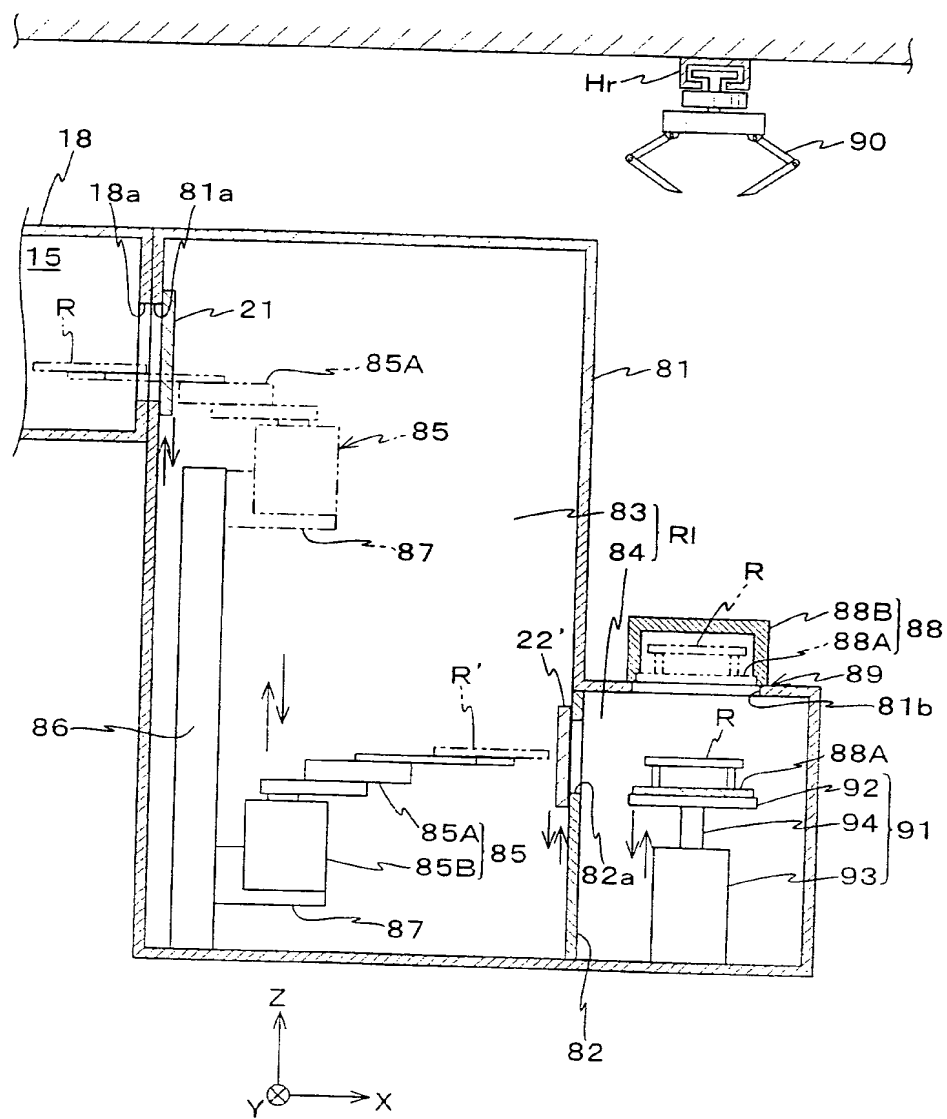


Fig. 10

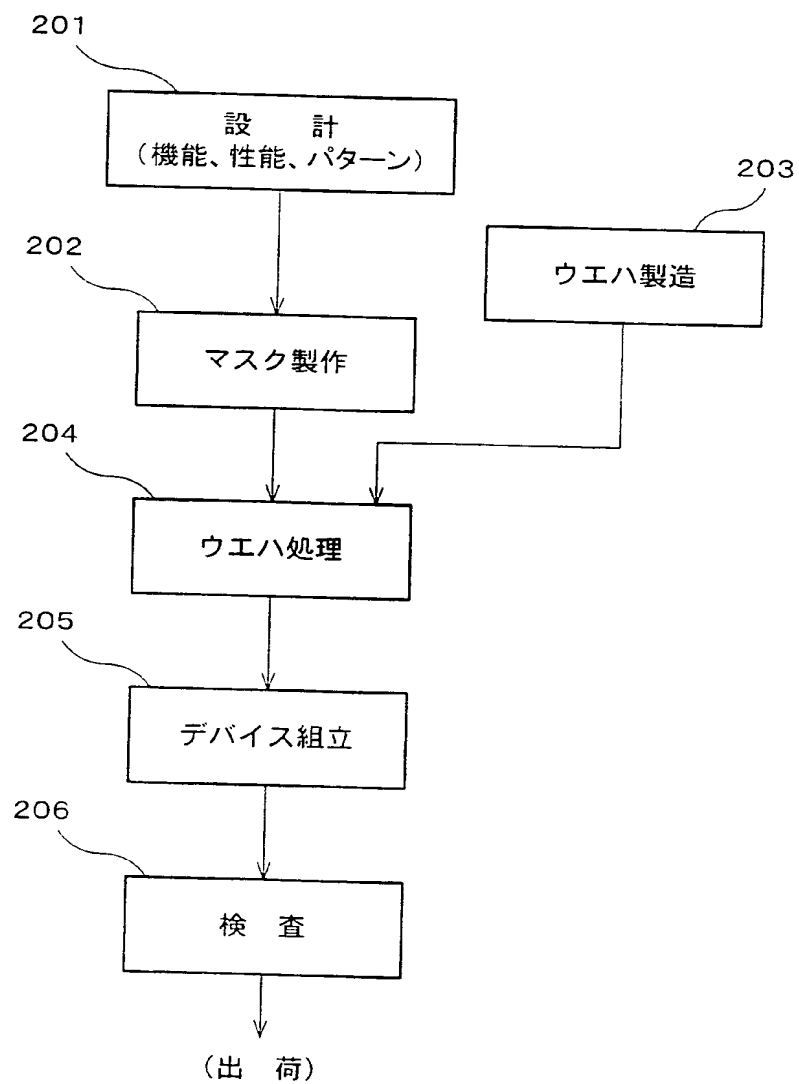
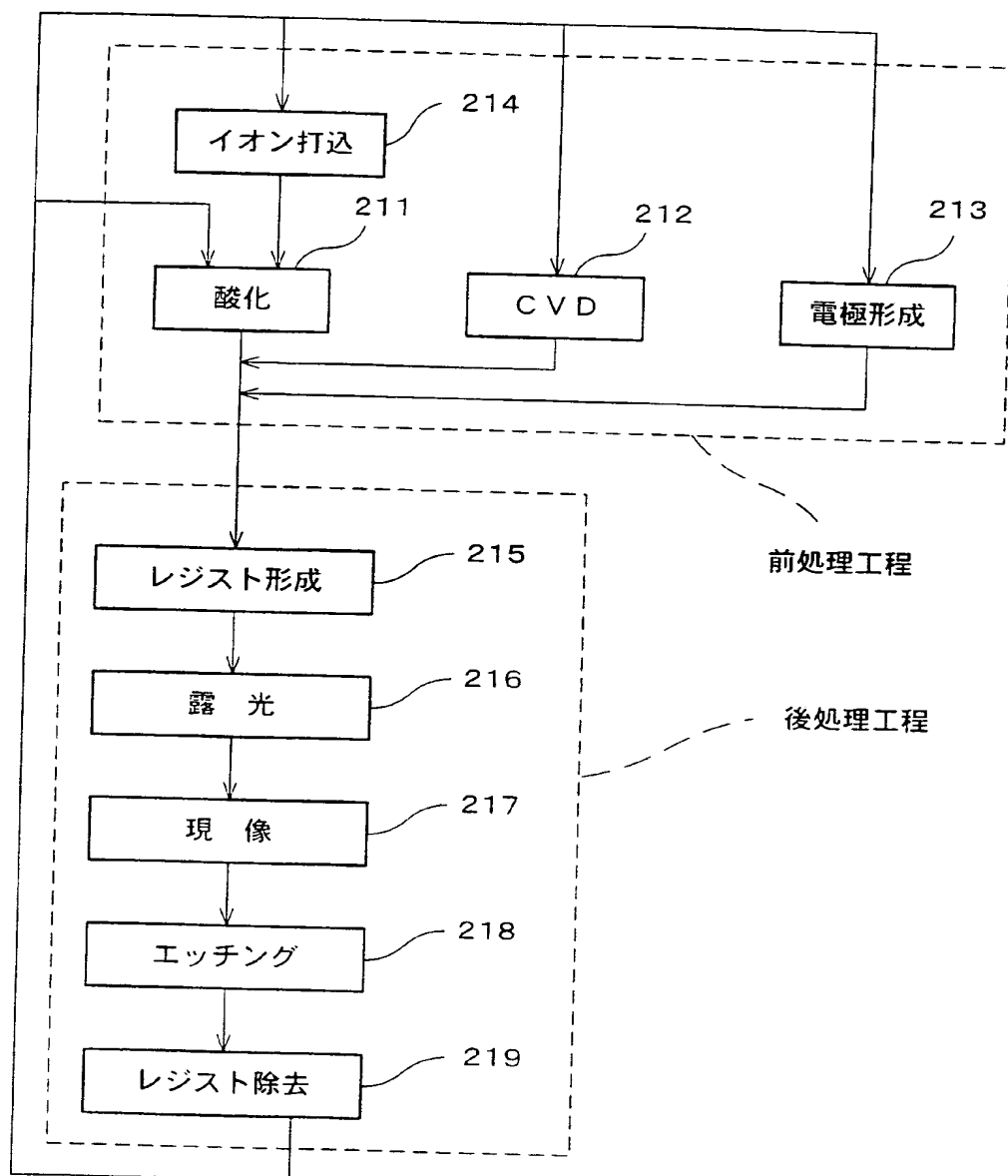


Fig. 11



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/00604

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H01L21/027, G03F7/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ H01L21/027, G03F7/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US, 5559584, A (NIKON Corporation), 24 September, 1996 (24.09.96) & JP, 6-260386, A	1-6, 12-16, 18-21, 31-38, 40-44
Y	JP, 9-246140, A (Nikon Corporation), 19 September, 1997 (19.09.97) (Family: none)	19-29, 31-37, 39-44
P, A	JP, 11-274050, A (Canon Inc.), 08 October, 1999 (08.10.99) (Family: none)	1-6, 12-16, 18, 38, 40-44

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
02 May, 2000 (02.05.00)

Date of mailing of the international search report
16 May, 2000 (16.05.00)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP00/00604

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L21/027, G03F7/20

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L21/027, G03F7/20

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2000年

日本国登録実用新案公報 1994-2000年

日本国実用新案登録公報 1996-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	US, 5559584, A (NIKON Corporation), 24. 9月. 1996 (24. 09. 96) &JP, 6-260386, A,	1-6, 12-16, 18-21, 31-38, 40-44
Y	JP, 9-246140, A (株式会社ニコン), 19. 9月. 1997 (19. 09. 97) (ファミリーなし)	19-29, 31-37, 39-44
P, A	JP, 11-274050, A (キャノン株式会社), 8. 10月. 1999 (08. 10. 99) (ファミリーなし)	1-6, 12-16, 18. 38, 40-44

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

02. 05. 00

国際調査報告の発送日

1 6.05.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

岩本 勉

2M

9355

電話番号 03-3581-1101 内線 3274

DESCRIPTION

*EXPOSURE APPARATUS AND EXPOSURE METHOD, AND
DEVICE MANUFACTURING METHOD*

5

TECHNICAL FIELD

The present invention relates to an exposure apparatus and exposure method, and a device manufacturing method and more particularly to an exposure apparatus and exposure method used in forming fine patterns on electronic devices such as semiconductor integrated circuits and liquid crystal displays, and a device manufacturing method using the exposure apparatus and exposure method.

15

Background Art

In forming fine patterns on electronic devices such as semiconductor integrated circuits and liquid crystal displays, a method has been used which transfers a pattern, having a size about 4 to 5 times the size of an actual pattern on the wafer, on a photo-mask or a reticle (both to be referred to as a "reticle" hereinafter) onto a substrate subject to exposure such as a wafer, reducing the pattern by using a reduction-projection exposure apparatus such as a stepper.

25

In projection exposure apparatuses for transferring a pattern, exposure apparatuses of a newer generation use exposure light having a wavelength shorter than that of

the previous generation, corresponding to semiconductor integrated circuits becoming finer. Although, at present, KrF excimer laser having a wavelength of 248nm is mainly used, ArF excimer laser having a shorter wavelength of 193nm is going to be used. And projection exposure apparatuses that utilize F₂ laser having a wavelength of 157nm or Ar₂ laser having a wavelength of 126nm have been suggested.

Such light in the wavelength band of 120 to 200nm is vacuum ultraviolet light and has a poor transmittance to optical glass. Usable materials of lenses and reticles for a VUV exposure apparatus, which utilizes vacuum ultraviolet light (VUV) as exposure illumination light, are limited to crystal such as fluorite, magnesium fluoride and lithium fluoride. Moreover, because the energy absorption of exposure light by gas such as oxygen, steam and hydro carbon (referred to as absorbent gas) is extremely large, gas in the optical path of exposure light needs to be replaced with low-absorbent gas, which absorbs little of the exposure light energy, so as to remove absorbent gas from the optical path.

Because the energy absorption of vacuum ultraviolet light by oxygen is extremely large, the average concentration of oxygen in the optical path needs to be restricted to a value smaller than about 1ppm. Specially, because the total length of the optical path of a so-called illumination optical system from the light source to the reticle is long, the oxygen concentration needs to

be restricted to an even smaller value. Meanwhile,
because the length of the optical path from the
projection optical system to the wafer is short, e.g.
several to several tens mm, a small quantity of absorbent
5 gas in this path has no significant impact on the
absorption.

However, because an exposure apparatus used in mass-
production of integrated circuits such as LSI's needs to
expose about 80 wafers per hour to exposure light, there
10 is a large possibility of absorbent gas from the outside
getting into the optical path of exposure light from the
projection optical system to the wafer upon the frequent
replacement of wafers.

In addition, although, also in the optical path near
15 the reticle, the oxygen concentration needs to be kept
lower than several ppm, there is a possibility of
absorbent gas from the outside getting into the optical
path when replacing a reticle in the apparatus.

If absorbent gas gets into the optical paths of
20 exposure light due to those factors, absorption rate and
thus transmission fluctuate to some extent depending on
the concentration of the absorbent gas, and exposure
light energy on the wafer (a substrate subject to
exposure) becomes unstable. Furthermore, if there is
25 water or organic pollutants in the optical paths, a small
quantity of such pollutants are very likely to stick to
the surfaces of optical elements. Because the pollutants
greatly absorb vacuum ultraviolet light (exposure light),

transmission in the optical systems decreases due to the small quantity of pollutants sticking to the surfaces of the optical elements. Meanwhile, by irradiating the surfaces of the optical elements with vacuum ultraviolet light, organic substances are cut into smaller pieces and removed from the surfaces by the energy of the ultraviolet light, and the transmission of the exposure light increases. Therefore, pollutants in the optical paths cause variation of exposure light transmission.

10 This invention was made under such circumstances, and a first purpose of this invention is to provide an exposure apparatus and exposure method that can highly accurately transfer a pattern using exposure light in a vacuum ultraviolet band.

15 Moreover, a second purpose of this invention is to provide an exposure apparatus and exposure method that can suppress decrease and variation of exposure light transmission due to absorbent gas and pollutants in optical paths of exposure light.

20 A third purpose of this invention is to provide a device manufacturing method that can improve productivity of highly integrated devices.

Disclosure of Invention

25 According to a first aspect of this invention, there is provided a first exposure apparatus that transfers a pattern of a mask onto a substrate by irradiating said mask with exposure-illumination light, the exposure

apparatus comprising: a plurality of sealed rooms in each of which said mask is temporarily stored, including a mask room that covers at least an optical path near said mask of the optical path of said exposure-illumination light from said mask to said substrate; and wherein said sealed rooms are filled with the same kind of specific gas, or different kinds of specific gases, having a characteristic of absorbing little of said exposure illumination light, and wherein the concentration of impurities in said specific gas in at least one of said sealed rooms is different from the concentration of impurities in said specific gas in said mask room.

Hereinafter, the word "impurity" refers to any of absorbent gases such as oxygen, steam and hydro carbon, and organic pollutants, which have the characteristic of absorbing much of the exposure illumination light, as opposed to the specific gas having the characteristic of absorbing little of the exposure illumination light. Moreover, the words "specific gas" and "low absorbent gas" both refer to any inert gas to exposure illumination light.

According to this, a plurality of sealed rooms in each of which a mask for exposure is temporarily stored are filled with the same kind of specific gas, or different kinds of specific gases, having a characteristic of absorbing little of exposure illumination light. Therefore, after and before the mask is carried into the mask room for exposure, the mask is

under the gas environment filled with the specific gas. Accordingly, when a mask is carried into the mask room for exposure, impurities can be substantially prevented from getting into the optical path inside the mask room.

5 In this way, in the optical path inside the mask room, the decrease and variation of transmittance of the exposure light and the decrease of uniformity of illuminance can be suppressed that are caused by the energy absorption of the exposure light, thereby ensuring
10 stable and enough exposure light power.

In this case, because the concentration of impurities in the specific gas in at least one of the sealed rooms is different from the concentration of impurities in the specific gas in the mask room, the
15 impurity-concentration of the specific gas inside at least one of the sealed rooms can be set to be higher than that of the mask room, the time for which a mask stays in a sealed room being shorter than that, usually longest, in the mask room. Therefore, the equipment
20 becomes simple compared with setting the specific gas environment of all the sealed rooms to be equivalent to that of the mask room, and the equipment cost can be reduced.

In the first exposure apparatus according to this
25 invention, said plurality of sealed rooms may include said mask room and a mask-reserve room that is arranged adjacent to said mask room and that temporarily contains said mask before being carried into said mask room.

In this case, there is provided an exposure apparatus wherein the concentration of impurities in said specific gas filling said mask room is lower than a first concentration, and wherein the concentration of

5 impurities in said specific gas filling said mask-reserve room is equal to a second concentration that is about 10 to 100 times said first concentration. It is preferable that when an impurity in the specific gas is, e.g., organic pollutant, the first concentration is about 1 or

10 10 ppb, that when the impurity is water, it is about ten times the above (about 10ppb or 100 ppb) and that when the impurity is absorbent gas such as oxygen, it is about three times that of absorbent gas (about 30ppb or 300 ppb).

15 In this case, there is provided an exposure apparatus, wherein said mask-reserve room has two gates that include a gate provided on the boundary with said mask room and each of which is opened and closed by a door, said exposure apparatus further comprising: a gas-

20 replacement mechanism that replaces gas in said mask-reserve room with said specific gas having an impurity concentration being about said second concentration before carrying said mask into said mask room. In this case, when for temporally storing, a mask is carried into

25 the mask-reserve room from outside before being carried into the mask room which is filled with specific gas having the concentration of impurities equal to the first concentration, the gas-replacement mechanism replaces gas

in the mask-reserve room with specific gas having an impurity concentration being about the second concentration. Accordingly, when subsequently, the mask is carried into the mask room for exposure, impurities
5 can be substantially prevented from getting into the optical path inside the mask room. In this way, in the optical path inside the mask room, the decrease and variation of transmittance of the exposure light and the decrease of uniformity of illuminance can be suppressed
10 that are caused by the energy absorption of the exposure light, thereby ensuring stable and enough exposure light power.

In this case, when said mask is carried into said mask-reserve room, said gas-replacement mechanism may
15 perform said gas replacement by supplying said specific gas to said mask-reserve room after discharging gas in said mask-reserve room to decrease the internal pressure. In this case, because water and so forth adhering to the mask (by adsorption) in the mask-reserve room can be
20 efficiently removed by the above decrease of the internal pressure, it is possible to prevent the water from absorbing exposure light when subsequently performing exposure in the mask room. When water is attached to the surface of a mask, the water is chemically resolved by
25 illuminating with exposure illumination light and removed from the surface. This means that due to the chemical resolution of water, the loss of light amount at the beginning of exposure and thus the exposure amount

variation between the beginning and the end of exposure occur and cause degradation of controllability of the exposure amount. However, because absorption of exposure light can be suppressed according to this invention, the exposure amount can be accurately controlled.

In the first exposure apparatus according to this invention, it is preferable that a door of said mask-reserve room that opens and closes said gate provided on the boundary with said mask room is a high-speed shutter. When transferring a mask into the mask room, the door of the gate is opened and closed, and the mask room where impurities in the specific gas are at the first concentration and the mask-reserve room where impurities in the specific gas are at the second concentration are connected. Therefore, the concentration of impurities in the specific gas inside the mask room rises in proportion to the time for which the door is open. Because the door is a high-speed shutter and can be opened and closed at high speed, the increase of the concentration of impurities in the specific gas inside the mask room can be substantially suppressed. This is also the case with transferring a mask from the mask room.

There is provided an exposure apparatus according to the first exposure apparatus, wherein the plurality of sealed rooms include a mask room and a mask-reserve room, wherein in a chamber constituting said mask-reserve room, a delivery port is provided into and from which a sealed-type mask container containing said mask and having a

door that can be opened and closed is loaded and unloaded, and wherein in said mask-reserve room, an open-close mechanism is provided which opens and closes the door of said mask container with isolating the inside of said mask-reserve room from the outside. In this case, a sealed-type mask container containing a mask is loaded into the delivery port provided in the mask-reserve room, and the open-close mechanism can open the door while isolating the inside of the mask-reserve room from the outside. Accordingly, when a mask is removed, impurities such as absorbent gases and organic pollutants can be prevented from getting into the mask-reserve room and from adhering to the mask.

In this case, said mask-reserve room may be divided into a plurality of sub-rooms including a first room adjacent to said mask room and a second room where said open-close mechanism is provided, by division walls having a door that can be opened and closed, and the concentrations of impurities in said specific gas in said plurality of sub-rooms may be set such that the concentration of impurities in said specific gas in said first room is not lower than said first concentration and lower than the concentration of impurities in said specific gas in said second room. In this case, the impurity-concentrations of the specific gas inside the plurality of sub-rooms are set such that the impurity-concentrations of the specific gas inside the second room is highest, the second room being furthest away from the

mask room for exposure. Accordingly, the concentrations of the specific gas inside the plurality of sub-rooms can be set to desirable concentrations, and the concentration of the specific gas inside the first room that is closest to the mask room is highest, and thus, when a mask is carried into the mask room, impurities can be substantially prevented from getting into the optical path inside the mask room along with the mask.

In the first exposure apparatus according to this invention, said mask container may be a bottom-open-type mask container on the bottom of which said door is provided, the mask container being loaded and unloaded into and from the delivery port provided in the chamber constituting the mask-reserve room. Needless to say, this mask container may be of a FOUP type (Front Opening Unified Pod).

In the first exposure apparatus according to this invention, when the plurality of sub-rooms include a mask room and a mask-reserve room, in a path for carrying said mask, an energy-beam-emitting portion may be provided which irradiates said mask with an energy beam in an ultraviolet range. In this case, by irradiating a mask being transported with an energy beam, in an ultraviolet range, emitted from the energy-beam-emitting portion, impurities adhering to the mask such as moisture and organic pollutants can be removed before exposure. In this case, the removal of moisture by the decrease of pressure in the mask-reserve room is not needed.

It is remarked that the energy-beam-emitting portion may be a beam source of an energy beam such as a lamp, or an emitting outlet of an optical fiber or guiding optical system for guiding ultraviolet light.

5 In this case, said energy-beam-emitting portion may be provided in said mask-reserve room. In this case, the replacement of gas in the mask-reserve room can be performed by gas flow without causing a problem.

10 In the first exposure apparatus according to this invention, when the plurality of sub-rooms include a mask room and a mask-reserve room, in said mask-reserve room, a mask-transport system may be arranged which transports said mask from and to said mask room. In this case, no mask-transport system needs to be provided in the mask
15 room, thereby being able to reduce the size of the mask room. That is, because the mask room of which the impurity-concentration of the specific gas has to be lowest can be reduced in size, the equipment for setting the specific gas environment of the mask room becomes
20 simpler, and the cost of the equipment can be reduced.

 There is provided an exposure apparatus according to the first exposure apparatus, further comprising: a projection optical system that projects said exposure-illumination light emitted from said mask onto said
25 substrate, and wherein said mask room covers the optical path between said mask and said projection optical system. Because usually the projection optical system is composed of a barrel and optical elements held therein, impurities

can be substantially prevented from getting into the exposure light optical path from the mask to the end, close to the image field, of the projection optical system by filling the inner space of the barrel with the
5 specific gas.

The first exposure apparatus according to this invention may further comprise: a mask-store portion that stores said mask; and a mask-transport system that
() transports said mask between said mask-store portion and
10 said mask room. In this case, because the mask-store portion stores a mask, and a mask-transport system transports the mask between the mask-store portion and the mask room, the transport time can be shortened as compared with the case of transporting the mask from
15 outside.

In this case, said mask-store portion may be a mask library that stores a plurality of masks that are of the same type as said mask. In this case, because the mask library stores a plurality of masks, and the mask-
20 transport system transports the masks between the mask library and the mask room, the transport time can be considerably shortened as compared with the case of transporting the masks one by one from outside.

In this case, there is provided an exposure
25 apparatus, wherein said mask library stores said mask contained in a mask case, further comprising: a gas-supply mechanism that can supply said specific gas into said mask case stored. In this case, the gas-supply

mechanism can supply the specific gas into the mask case stored in the mask library and place the masks under the specific gas environment.

In this case, the mask-transport system may
5 transport a mask taken out of a mask case in the mask library. Alternatively, when said mask case is a sealed-type mask case that stores at least a mask and that has a door that can be opened and closed, said mask-transport system may transport said mask contained in a mask case
10 to any one of said sealed rooms except for said mask room, and in said sealed room a door-open-close mechanism may be provided which opens and closes the door of said mask case. In this case, impurities can be prevented from getting into the mask case being transported from the
15 mask library to the inside of the sealed room in which the door-open-close mechanism is provided, and the mask in the mask case as one piece can be transported while isolating the mask in the mask case from a pollution source including absorbent gas, which does harm to
20 exposure.

In the first exposure apparatus according to this invention, said mask-store portion may be a sealed-type mask container that is arranged inside or outside any one of said sealed rooms except for said mask room, that
25 stores at least a mask and that has a door that can be opened and closed, and in said sealed room, an open-close mechanism may be provided which opens and closes the door of said mask container with isolating the inside of said

sealed room from the outside. In this case, the open-close mechanism can open the door of the sealed-type mask container while isolating the inside of the sealed room from the outside. Accordingly, when the mask is removed,
5 impurities such as absorbent gases and organic pollutants can be prevented from getting into the mask-reserve room, and from adhering to the mask.

The first exposure apparatus according to this invention may further comprise: a substrate room
10 constituted by a sealed room that covers at least an optical path near a substrate of the optical path of said exposure-illumination light from said mask to said substrate and that is filled with said specific gas. Because the substrate room is also filled with the
15 specific gas, impurities can be substantially prevented from getting into the optical path inside the substrate room. In this way, in the optical paths inside the mask room and inside the substrate room, the decrease and variation of transmittance of the exposure light can be
20 suppressed that are caused by the energy absorption of the exposure light, thereby ensuring stable and enough exposure light power.

In this case, the first exposure apparatus may further comprise: a substrate-reserve room constituted by
25 a sealed room that is arranged adjacent to said substrate room and that temporarily stores said substrate before being carried into said substrate room; and a gas-replacement mechanism that replaces gas in said

substrate-reserve room with said specific gas. In this case, when for temporally storing, a substrate is carried into the substrate-reserve room from outside before being carried into the substrate room, the gas-replacement
5 mechanism replaces gas in the substrate-reserve room with specific gas. Accordingly, when subsequently, the substrate is carried into the substrate room for exposure, impurities can be substantially prevented from getting into the optical path inside the substrate room. In this
10 way, in the optical path inside the substrate room, the decrease and variation of transmittance of the exposure light can be suppressed that are caused by the energy absorption of the exposure light, even with frequent substrate replacement.

15 There is provided an exposure apparatus according to the first exposure apparatus, wherein a substrate room is provided, further comprising: a projection optical system that projects said exposure-illumination light emitted from said mask onto said substrate, and wherein said
20 substrate room covers the optical path between said substrate and said projection optical system. Because usually the projection optical system is composed of a barrel and optical elements held therein, impurities can be prevented from getting into the exposure light optical
25 path from the end, close to the object surface, of the projection optical system to the substrate by filling the inner space of the barrel with the specific gas.

According to a second aspect of this invention, there is provided a second exposure apparatus that transfers a pattern of a mask onto a substrate by irradiating said mask with exposure-illumination light, the exposure apparatus comprising: a plurality of sealed rooms in each of which said substrate is temporarily stored, including a substrate room that covers at least an optical path near said substrate of the optical path of said exposure-illumination light from said mask to said substrate; and wherein said sealed rooms are filled with the same kind of specific gas, or different kinds of specific gases, having a characteristic of absorbing little of said exposure illumination light, and wherein the concentration of impurities in said specific gas in at least one of said sealed rooms is different from the concentration of impurities in said specific gas in said substrate room.

According to this, a plurality of sealed rooms in each of which a substrate for exposure is temporarily stored are filled with the same kind of specific gas, or different kinds of specific gases, having a characteristic of absorbing little of exposure illumination light. Therefore, after and before the substrate is carried into the substrate room for exposure, the substrate is under the gas environment filled with the specific gas. Accordingly, when a substrate is carried into the substrate room for exposure, impurities can be substantially prevented from getting into the

optical path inside the substrate room. In this way, in the optical path inside the substrate room, the decrease and variation of transmittance of the exposure light and the decrease of uniformity of illuminance can be

5 suppressed that are caused by the energy absorption of the exposure light, thereby ensuring stable and enough exposure light power. In this case, because the concentration of impurities in the specific gas in at least one of the sealed rooms is different from the
10 concentration of impurities in the specific gas in the substrate room, the impurity-concentration of the specific gas inside at least one of the sealed rooms can be set to be higher than that of the substrate room, the time for which a substrate stays in a sealed room being
15 shorter than that, usually longest, in the substrate room. Therefore, the equipment becomes simple compared with setting the specific gas environment of all the sealed rooms to be equivalent to that of the substrate room, and the equipment cost can be reduced.

20 In the second exposure apparatus according to this invention, said plurality of sealed rooms may include said substrate room and a substrate-reserve room that is arranged adjacent to said substrate room and that temporarily contains said substrate before being carried
25 into said substrate room.

In this case, there is provided an exposure apparatus according to the second exposure apparatus, wherein said substrate-reserve room has two gates that

include a gate provided on the boundary with said substrate room and each of which is opened and closed by a door, further comprising: a gas-replacement mechanism that replaces gas in said substrate-reserve room with
5 said specific gas having an impurity concentration being a predetermined concentration before carrying said substrate into said substrate room. In this case, when for temporally storing, a substrate is carried into the substrate-reserve room from outside before being carried
10 into the substrate room, the gas-replacement mechanism replaces gas in the substrate-reserve room with the specific gas. Accordingly, when subsequently, the substrate is carried into the substrate room for exposure, impurities can be substantially prevented from getting
15 into the optical path inside the substrate room. In this way, in the optical path inside the substrate room, the decrease and variation of transmittance of the exposure light and the decrease of uniformity of illuminance can be suppressed that are caused by the energy absorption of
20 the exposure light.

In this case, it is preferable that a door that opens and closes said gate provided on the boundary with said substrate room is a high-speed shutter. When transferring a substrate into the substrate room, the
25 door of the gate is opened and closed, and the substrate room and the substrate-reserve room between which the concentrations of impurities in the specific gas are different are connected. Usually the concentration of

impurities in the specific gas is set to be lower in the substrate room than in the substrate-reserve room. Therefore, the concentration of impurities in the specific gas inside the substrate room rises in proportion to the time for which the door is open. Because the door is a high-speed shutter and can be opened and closed at high speed, the increase of the concentration of impurities in the specific gas inside the substrate room can be substantially suppressed. This is also the case with transferring a substrate from the substrate room.

In the second exposure apparatus according to this invention, when said substrate is carried into said substrate-reserve room, said gas-replacement mechanism may perform said gas replacement by supplying said specific gas to said substrate-reserve room after discharging gas in said substrate-reserve room to decrease the internal pressure. In this case, because water and so forth adhering to the substrate (by adsorption) in the substrate-reserve room can be efficiently removed by the above decrease of the internal pressure, it is possible to prevent the water from absorbing exposure light when subsequently performing exposure in the substrate room. When water is attached to the surface of a substrate, the water is chemically resolved by illuminating with exposure illumination light and removed from the surface. This means that due to the chemical resolution of water, the loss of light amount at

the beginning of exposure and thus the exposure amount variation between the beginning and the end of exposure occur and cause degradation of controllability of the exposure amount. However, because absorption of exposure
5 light can be suppressed according to this invention, the exposure amount can be accurately controlled.

In the second exposure apparatus according to this invention, in said substrate-reserve room, a substrate-transport system may be arranged which transports said
10 substrate from and to said substrate room. In this case, no substrate-transport system needs to be provided in the substrate room, thereby being able to reduce the size of the substrate room. That is, because the substrate room of which the impurity-concentration of the specific gas
15 has to be lowest can be reduced in size, the equipment for setting the specific gas environment of the substrate room becomes simpler, and the cost of the equipment can be reduced.

The second exposure apparatus according to this
20 invention may further comprise: a substrate stage that moves with holding said substrate; and an interferometer that projects a measurement beam through a light-transmission window onto a reflection surface provided on said substrate stage and detects the position of said
25 substrate stage by receiving the reflected light. In this case, by providing a light-transmission window in the substrate room housing the substrate stage, the main body of an interferometer can be arranged outside the

substrate room, and a trace of absorbent gas emitted from a detector and so forth composing the interferometer can be prevented from getting into the optical path of exposure light and doing harm to exposure.

5 The second exposure apparatus according to this invention may further comprise: a substrate stage that moves parallel to a guide plane with holding said substrate; and an gas-static-pressure bearing unit that is provided on said substrate stage and levitates said
10 substrate stage with respect to said guide plane in non-contact and in a supported manner by static pressure of said specific gas in a gap between said guide plane and said bearing unit, said static pressure being generated by blowing said specific gas against said guide plane. In
15 this case, the gas-static-pressure bearing unit levitates the substrate stage without absorbent gas entering the substrate room housing the substrate stage and affecting exposure, and by a planar motor (or linear motor) driving the wafer stage in non-contact, and in two dimensions and
20 at high speed, it is possible to accurately control the position thereof without being affected by the mechanical accuracy of the guide surface.

According to a third aspect of this invention, there is provided a third exposure apparatus that transfers a
25 pattern of a mask onto a substrate by irradiating said mask with exposure-illumination light, the exposure apparatus comprising: a sealed room that stores said mask so as to expose said substrate to said exposure-

illumination light and that is filled with specific gas having a characteristic of absorbing little of said exposure illumination light; and a gas-charging mechanism that charges a sealed-type mask case containing said mask
5 with said specific gas again after the completion of exposure using said mask in said sealed room.

According to this, after exposure through a mask in the sealed room, the mask is stored in a mask case, and then the gas-charging mechanism fills the mask case with
10 the specific gas. Therefore, if before the start of exposure, the mask case is filled with the specific gas, the mask case is charged with the specific gas again after the completion of exposure. That is, after and before exposure the mask is placed under the gas
15 environment filled with the specific gas. Thus, water can also be prevented from sticking to the surface of the reticle in stock. Therefore, when removing a mask from the mask case, carrying it into the mask room, and performing exposure thereto and when, after performing
20 exposure and returning the mask into the mask case, taking out the mask to perform exposure through it again, impurities getting into the sealed room along with the mask can be suppressed. In this way, in the optical path inside the sealed room, the decrease and variation of
25 transmittance of the exposure light can be suppressed that are caused by the energy absorption of the exposure light.

In the first and second exposure apparatuses according to this invention, said gas-replacement mechanism may perform said gas replacement by making said specific gas flow continuously, which is especially
5 suitable for masks with no pellicle thereon.

In the first and second exposure apparatuses according to this invention, if the specific gas is supplied after the decrease of pressure, said gas-replacement mechanism may spend time not less than 10
10 seconds in performing said gas replacement. In the case of a mask with a pellicle thereon, it is possible to prevent the pellicle from breaking. That is, usually a transparent, thin film for protecting the mask pattern against dust adhering thereto, referred to as "pellicle",
15 is usually attached to the pattern side of the mask. If the pressure of the mask-reserve room where a mask with a pellicle is placed drops rapidly, there is a possibility of the pellicle breaking due to the expansion of gas in the space between the pellicle and the mask. Generally, a
20 pellicle-stand for covering a mask with a pellicle has "gas vents" to prevent the pressure variation due to a typhoon approaching and the like from damaging the pellicle. Therefore, when spending enough time in performing pressure decrease and gas replacement, the
25 pellicle is not damaged because the gas goes into and comes out of the space between the pellicle and the mask through the gas vents, thus eliminating the pressure difference between inside and outside during pressure

decrease and gas replacement. Also with a mask with no pellicle, moisture contained in the gas can be prevented from freezing due to adiabatic expansion cooling caused by the rapid pressure decrease. Also in the case of
5 wafers, moisture can be prevented from freezing due to adiabatic expansion cooling caused by the rapid pressure decrease.

In the first, second and third exposure apparatuses according to this invention, it is preferable that part
10 of at least one of said sealed rooms, which part contacts said specific gas, is coated with material emitting little gas. In this case, because impurities such as absorbent gas can be prevented from mixing with the specific gas, the decrease and variation of transmittance
15 of the exposure illumination light can be suppressed during exposure.

In the first, second and third exposure apparatuses according to this invention, said specific gas may be supplied and used in a circulated manner in at least one
20 of said sealed rooms. In this case, because the specific gas is supplied and used in a circulated manner, the cost can be reduced compared with the case of not circulating.

In this case, it is preferable that said sealed room where specific gas is used in a circulated manner is
25 connected with a supply system and exhaust system for said specific gas and that a chemical filter that removes said impurities is arranged in both said supply system and exhaust system. Although gas discharged from the

sealed room where the specific gas is used in a circulated manner contains a small amount of impurity, by providing chemical filters for removing impurities including absorbent gas such as oxygen in both the supply system and exhaust system, the specific gas can be used in a circulated manner for a long time. In chemical filters, iron or nickel powder may be used. Furthermore, in the case of using, e.g., vacuum ultraviolet light as exposure illumination light, because ammonia absorbs much of exposure light in this wavelength region, it is better to use the filter that also adsorbs ammonia. In this case, filters for removing particles such as HEPA filter (high efficiency particulate air filter) and ULPA filter (ultra low penetration air filter) may be used in combination.

15 In the first, second and third exposure apparatuses according to this invention, said exposure-illumination light may be light having a wavelength not longer than 200nm. Because light in such wavelength region is greatly absorbed by impurities including absorbent gas such as oxygen, the suppression of absorption is especially effective. Thus, it is possible to transfer a fine pattern, using vacuum ultraviolet light as exposure illumination light.

In this case, it is preferable that said specific gas is substantially composed of any number of gases out of nitrogen, argon, helium, neon and krypton. That is, it is preferable that the specific gas is any of nitrogen

(N₂), argon (Ar), helium (He), neon (Ne) and krypton (Kr), or mixture of any number of them.

According to a fourth aspect of this invention, there is provided a first exposure method that transfers
5 a pattern of a mask (R) onto a substrate (W) by irradiating said mask with exposure-illumination light (EL), the exposure method comprising: a first step of filling a sealed space that covers at least an optical path near said mask of the optical path of said exposure-
10 illumination light from said mask to said substrate with low-absorbent gas that has an impurity concentration lower than a first concentration and that has a characteristic of absorbing little of said exposure illumination light; a second step of temporarily storing
15 said mask in a reserve room adjacent to said sealed space before carrying said mask into said sealed space and replacing gas in said reserve room with said low-absorbent gas that has an impurity concentration not lower than a first concentration and lower than a second
20 concentration; and a third step of transporting said mask to a predetermined position in said sealed space and transferring said pattern onto said substrate.

According to this, the first step fills a sealed space that covers at least an optical path near the mask
25 of the optical path of the exposure-illumination light from the mask to the substrate with low-absorbent gas that has an impurity concentration lower than a first concentration and that has a characteristic of absorbing

little of the exposure illumination light; the second step temporarily stores the mask in a reserve room adjacent to the sealed space before carrying the mask into the sealed space and replaces gas in the reserve room with the low-absorbent gas that has an impurity concentration not lower than a first concentration and lower than a second concentration, and the third step transports the mask to a predetermined position in the sealed space and transfers the pattern onto the substrate.

10 Accordingly, when a mask is carried into the sealed room for exposure, impurities can be substantially prevented from getting into the optical path inside the sealed room, the impurities being pollutants, including absorbent gas such as oxygen, which have a characteristic of absorbing

15 much of the exposure illumination light. In this way, in the optical path inside the sealed room, the decrease and variation of transmittance of the exposure light can be suppressed which are caused by the energy absorption of the exposure light upon exposure after transporting the

20 mask, thereby ensuring stable and enough exposure light power.

According to a fifth aspect of this invention, there is provided a second exposure method that transfers a pattern of a mask onto a substrate by irradiating said

25 mask with exposure-illumination light, the exposure method comprising: a first step of filling a sealed space that covers at least an optical path near said substrate of the optical path of said exposure-illumination light

from said mask to said substrate with low-absorbent gas that has an impurity concentration lower than a first concentration and that has a characteristic of absorbing little of said exposure illumination light; a second step
5 of temporarily storing said substrate in a reserve room adjacent to said sealed space before carrying said substrate into said sealed space and replacing gas in said reserve room with said low-absorbent gas that has an impurity concentration not lower than a first
10 concentration and lower than a second concentration; and a third step of transporting said substrate to a predetermined position in said sealed space and transferring said pattern onto said substrate.

According to this, the first step fills a sealed
15 space that covers at least an optical path near the substrate of the optical path of the exposure-illumination light from the mask to the substrate with low-absorbent gas that has an impurity concentration lower than a first concentration and that has a
20 characteristic of absorbing little of the exposure illumination light; the second step temporarily stores the substrate in a reserve room adjacent to the sealed space before carrying the substrate into the sealed space and replaces gas in the reserve room with the low-
25 absorbent gas that has an impurity concentration not lower than a first concentration and lower than a second concentration, and the third step transports the substrate to a predetermined position in the sealed space

and transfers the pattern onto the substrate. Accordingly, when a mask is carried into the sealed room for exposure, impurities can be substantially prevented from getting into the optical path inside the sealed room. In this way, 5 in the optical path inside the sealed room, the decrease and variation of transmittance of the exposure light can be suppressed which are caused by the energy absorption of the exposure light, thereby ensuring stable and enough exposure light power.

10 In the first and second exposure methods according to this invention, it is preferable that when an impurity in the specific gas is, e.g., organic pollutant, the first concentration is about 1 or 10 ppb, that when the impurity is water, it is about ten times the above (about 15 10ppb or 100 ppb) and that when the impurity is absorbent gas such as oxygen, it is about three times that of absorbent gas (about 30ppb or 300 ppb).

In the first and second exposure methods according to this invention, the gas replacement in the reserve 20 room may be performed by flow of low-absorbent gas, or in the gas replacement of said second step, said low-absorbent gas may be supplied to said reserve room after discharging gas in said reserve room to decrease the internal pressure. In this case, because water and so 25 forth adhering to the mask or substrate (by adsorption) in the reserve room can be efficiently removed by the above decrease of the internal pressure, it is possible to prevent the water from absorbing exposure light when

subsequently carrying the mask or substrate into the sealed room and performing exposure and thus to accurately control the exposure amount.

In the first and second exposure methods according to this invention, said exposure-illumination light may be light having a wavelength not longer than 200nm. Because light in such wavelength region is greatly absorbed by impurities including absorbent gas such as oxygen, the suppression of absorption is especially effective. Thus, it is possible to transfer a fine pattern, using vacuum ultraviolet light as exposure illumination light.

In this case, it is desirable that said low-absorbent gas be substantially composed of any number of gases out of nitrogen, argon, helium, neon and krypton, that is, any of nitrogen (N_2), argon (Ar), helium (He), neon (Ne) and krypton (Kr), or mixture of any number of them.

In addition, because by performing exposure using an exposure apparatus according to this invention in a lithography process, exposure is performed with stable exposure intensity, patterns can be accurately formed on a substrate. Therefore, it is possible to manufacture highly-integrated micro devices with high yield and improved productivity. Furthermore, because by using an exposure method according to this invention in a lithography process, exposure is performed with stable exposure intensity, patterns can be accurately formed on

a substrate. Accordingly, it is possible to manufacture highly-integrated micro devices with high yield and improved productivity. Therefore, according to another aspect of this invention, there are provided a device
5 manufacturing method using an exposure apparatus or exposure method according to this invention.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

10 Fig. 1 is a schematic view showing a partial section through an exposure apparatus according to a first embodiment;

Fig. 2 is a block diagram showing main components of the control system of the apparatus in Fig. 1;

15 Fig. 3 is a schematic view showing the gas piping system of the apparatus in Fig. 1;

Fig. 4A is a plan view of reticle R with the pattern surface facing up, and Fig. 4B is a cross-sectional view taken along line B-B in Fig. 4A;

20 Fig. 5 is a view showing a modified example of a wafer stage;

Fig. 6 is a plan view showing an example of the arrangement in which two wafer-gas-replacement rooms are arranged;

25 Fig. 7 is a cross-sectional view through a reticle-gas-replacement room according to a second embodiment;

Fig. 8A is a schematic, oblique view of an exemplary reticle library for which a circulation mechanism of low-

absorbent gas is provided, and Fig. 8B is an enlarged, cross-sectional view of the joint portion of the reticle library and a supply mechanism 54 in Fig. 4A;

Fig. 9 is a cross-sectional view through a reserve
5 room according to a third embodiment;

Fig. 10 is a flow chart for explaining a device manufacturing method according to this invention; and

Fig. 11 is a flow chart showing a process of step
20 of Fig. 10;

10

BEST MODE FOR CARRYING OUT THE INVENTION

<<A first embodiment>>

An embodiment of the present invention will be described hereinafter on the basis of Figs. 1 to 4.

15 Fig. 1 shows a schematic arrangement of an exposure apparatus according to a first embodiment of the present invention. This exposure apparatus 200 is a projection exposure apparatus of a step-and-repeat method, a so-called stepper, which illuminates a reticle R as a mask
20 with illumination light EL, for exposure, in the range of vacuum ultraviolet and which transfers a pattern on the reticle onto a wafer W through the projection optical system PL.

This exposure apparatus 200 comprises an
25 illumination system having a light source 1 and a illumination optical system, a reticle holder 14 for holding a reticle R, a projection optical system PL, a wafer stage WST as a substrate stage for holding and

moving a wafer W in X-Y two dimensions, transport systems for the reticle R and for the wafer W, and the like.

As the light source 1, vacuum ultraviolet light having a wavelength in the range of about 120 to 180nm, such as fluorine laser (F_2 laser) of oscillation wavelength 157 nm, krypton dimmer laser (Kr_2 laser) of oscillation wavelength 146 nm or argon dimmer laser (Ar_2 laser) of oscillation wavelength 126 nm. It is noted that an ArF excimer laser of oscillation wavelength 193 nm or the like may be used as the light source.

The illumination optical system includes an illumination system housing 2, a deflection mirror 3 disposed in a predetermined, positional relation inside the housing 2, an optical integrator 4 such as a fly-eye lens, a relay lens, a beam splitter 5 having a large reflectance and a small transmittance, relay lenses 7 and 8, a reticle blind BL as a field stop, a deflection mirror 9, and the like. The reticle blind BL is disposed on a plane conjugate to the pattern surface of the reticle R. In addition, a light-amount monitor 6 constituted by a photoelectric transfer device is disposed in the path of transmitting light of the beam splitter 5.

In the below, the operation of the illumination system will be briefly described. A light beam (laser beam) LB which has a wavelength in the range of vacuum ultraviolet and which is sent out horizontally from the light source 1 is deflected by the deflection mirror 3

through 90 degrees, and made incident on the optical integrator 4. Then the laser beam LB is converted into illumination light EL for exposure having substantially uniform intensity by the optical integrator 4, the
5 illumination light EL being referred to as "exposure light" hereinafter, and most part (e.g. about 97%) thereof is reflected by the beam splitter 5 and illuminates the reticle blind BL with uniform illuminance through the relay lens 7. The exposure light EL that has
10 transmitted through a rectangular opening of the reticle blind BL illuminates a rectangular illumination area, on the reticle R, defined by the opening of the reticle blind BL with uniform illuminance through the relay lens 8, the deflection mirror 9 and a light-transmitting
15 window 12 described later.

The rest (e.g. about 3%) of the illumination light EL, which rest has transmitted through the beam splitter 5, is received by the light-amount monitor 6 and converted into electricity, and the electric signal is
20 supplied to a main controller 100, described later (not shown in Fig. 1; refer to Fig. 2). The main controller 100, from the start of emitting of the light source 1, continuously calculates accumulated exposure amount on the surface of the wafer W through a predetermined
25 computation based on the output of the light-amount monitor 6, and stops emission of the light source 1 at the time when the accumulated exposure amount reaches a predetermined amount (target accumulated exposure amount),

which is so-called open exposure amount control.

Alternatively, the main controller 100 measures pulse energy emitted from the light source 1 based on output of the light-amount monitor 6 each time a pulse is emitted, and, by controlling the light source 1 in a feed-back manner based on the measured variation of energy, may decrease the variation of emission amount per hour, which is so-called exposure amount control at each pulse. Such exposure amount control at each pulse is disclosed in Japanese Patent Laid-Open No. 3-179357 and U.S. Patent No. 5,191,374 corresponding thereto, in detail. The disclosures in the above Japanese Patent Laid-Open and U.S. Patent are incorporated herein by reference as long as the national laws in designated states or elected states, to which this international application is applied, permit. Furthermore, exposure amount control of a scan-type exposure apparatus is disclosed in, for example, Japanese Patent Laid-Open No. 8-250402 and U.S. Patent No. 5,728,495 corresponding thereto. The disclosures in the above Japanese Patent Laid-Open and U.S. Patent are incorporated herein by reference as long as the national laws in designated states or elected states, to which this international application is applied, permit.

It is noted that, when using light having a wavelength in the range of vacuum ultraviolet as the exposure light, gases such as oxygen, moisture and hydro carbon, having a characteristic of absorbing much of the

light, need to be removed from the optical path, the gases being each referred to as "absorbent gas" as the need arises. Therefore, in this embodiment the inside of the illumination system housing 2 is filled with specific
5 gas having a characteristic of absorbing little of light having a wavelength in the range of vacuum ultraviolet, such as nitrogen, helium, argon, neon, krypton or mixture gas thereof, the specific gas being referred to as "low absorbent gas" or "specific gas" hereinafter, and the
10 pressure of the inside is set to be a little, e.g. about 1 to 10%, higher than that of the external atmosphere. Hereinafter, the gas pressure, which is about 1 to 10% higher than that of the external atmosphere, is referred to as a "predetermined target pressure" for the sake of
15 convenience.

A more detailed description about this will be made in the following. As shown in Fig. 1, a supply valve 10 is provided on an end of the illumination system housing 2, which end is close to the light source 1. On another
20 end farthest away from the supply valve 10, an exhaust valve 11 is provided. As shown in Fig. 3, the supply valve 10 is connected to an end of a first room of a gas supply unit 70 through a supply pipe, and the exhaust valve 11 is connected to the other end of the first room
25 of the gas supply unit 70 through a exhaust pipe. The inside of the gas supply unit 70 is divided into six rooms, the first to sixth, and the rooms are filled with the same low absorbent gas (specific gas). Moreover, the

temperature of the specific gas inside each room is controlled to be a predetermined target value by a temperature adjustment unit (not shown).

Furthermore, as shown in Fig. 3, in the exhaust pipe
5 provided with the exhaust valve 11, a filter AF₁₁ for removing particles, such as a HEPA filter or ULPA filter, and a chemical filter CF₁₁ for removing absorbent gas, such as oxygen and water, and organic pollutant are disposed, the filter AF₁₁ being generally referred to as
10 an "air filter". In the same manner as the above, in the supply pipe provided with the supply valve 10, a filter AF₁₂ and a chemical filter CF₁₂, the same as the chemical filter CF₁₁, and a pump P1 are provided.

In this embodiment, as shown in Fig. 2, the supply
15 valve 10, the exhaust valve 11 and the pump P1 are connected to the main controller 100. When replacing gas inside the illumination system housing 2, the main controller 100 opens the supply valve 10 and the exhaust valve 11 and operates the pump P1. By this, while the gas
20 supply unit 70 supplies the low absorbent gas (specific gas) to the inside of the illumination system housing 2 through the supply pipe, gas inside the illumination system housing 2 is discharged through the exhaust valve 11 and returns to the gas supply unit 70 through the
25 exhaust pipe. In this manner, the replacement of gas inside the illumination system housing 2 is efficiently performed. In this case, the main controller 100 closes the exhaust valve 11 a predetermined time after the start

of operating the pump P1, which time is needed to completely replace gas inside the illumination system housing 2 with the specific gas, and, after the internal pressure that is measured by a pressure sensor PS1 (refer to Fig. 2) reaches the predetermined target pressure, closes the supply valve 10 and stops the pump P1.

In this case, although gas discharged through the exhaust valve 11 contains some amount of impurities (including particles, water, organic pollutant and absorbent gas), almost all of the impurities are removed by the air filter AF₁₁ and the chemical filter CF₁₁ while returning to the gas supply unit 70 through the exhaust pipe, and the rest of impurities in the specific gas are substantially removed while being supplied to the illumination system housing 2 through the supply pipe by the gas supply unit 70. And the concentration of impurities in the specific gas in the illumination system housing 2 is controlled to be smaller than a predetermined first value. Specifically, the first concentration means about 1 to 10 ppb for organic pollutant, about 10 to 100 ppb for water and about 30 to 300 ppb for absorbent gas such as oxygen. That is, chemical filters CF₁₁, CF₁₂ having a capability of keeping the concentration of each impurity within a respective first concentration range are used, and the main controller 100 controls the pump P1, the exhaust valve 11 and the supply valve 10.

Accordingly, even if the specific gas is in circulation for long hours, it hardly has a bad influence on exposure. It is noted that the main controller 100 may determine the time to stop the operation of the pump P1 based on the output of a gas sensor (not shown) for sensing the concentration of the absorbent gas or the specific gas in the illumination system housing 2. Alternatively, since the specific gas filling the illumination system housing 2 is in circulation, the specific gas may be made to continuously flow through the illumination system housing 2.

The reason why the internal pressure of the specific gas in the illumination system housing 2 is kept being the predetermined value is that, although keeping the internal pressure higher than that of the external atmosphere is desirable from the viewpoint of preventing the external atmosphere from leaking into the inside, setting the internal pressure to be too high will cause the illumination system housing 2 to become heavier to support the difference of the pressures. However, if the strength of the floor on which the exposure apparatus is provided is enough to support a heavier apparatus, decreasing the pressure inside the illumination system housing 2 down to about 0.1 hPa and then filling it with low absorbent gas produces better efficiency. In this case, a supply and exhaust system is used which has a capability of keeping the concentration of impurities in the specific gas within the first concentration range.

The reticle holder 14 that holds a reticle R by vacuum chucking is disposed in a reticle room 15 as a mask room. The reticle room 15 is surrounded by a division wall 18 that is joined to the illumination system housing 2 and the barrel of the projection optical system PL without any gap, and gas therein is separated from the external atmosphere. The division wall 18 of the reticle room 15 is made of a material that emits little gas, such as stainless (SUS).

On the ceiling of the division wall 18 of the reticle room 15, a rectangular opening is made which is a little smaller than the reticle R, and into which a transmission window 12 is fitted so as to separate the insides of the illumination system housing 2 and the reticle room 15 in which the reticle R is arranged. Because the transmission window 12 is disposed in the optical path of exposure light EL radiated from the illumination optical system to the reticle R, the transmission window 12 is made of a crystal material, such as fluorite, having high transmittance to vacuum ultraviolet as the exposure light.

It is noted that if gas inside the illumination system housing 2 is replaced after the operation of decreasing pressure, the transmission window 12 made of fluorite may be broken by the pressure difference upon the operation. Therefore, a movable metal pressure-proof lid may be provided on the transmission window 12 so as to protect it from the pressure difference.

The reticle holder 14 is constructed so as to be finely driven in a X-Y plane by a reticle driving system 72 (not shown in Fig. 1; refer to Fig. 2), and the reticle driving system 72 comprises two pairs of voice
5 coil motors.

In an exposure apparatus using exposure light having a wavelength in the range of vacuum ultraviolet, the atmosphere near the reticle R also needs to be replaced by the specific gas so as to avoid the absorption of the
10 exposure light by absorbent gas such as oxygen.

Accordingly, in this embodiment the inside of the reticle room 15 is filled with the specific gas, and the gas pressure is set to be the predetermined target value.

A more detailed description about this will be made
15 in the following. On the division wall 18 of the reticle room 15, as shown in Fig. 1, a supply valve 16 and an exhaust valve 17 are provided. As shown in Fig. 3, the supply valve 16 is connected to an end of a second room of the gas supply unit 70 through a supply pipe, and the
20 exhaust valve 17 is connected to the other end of the second room of the gas supply unit 70 through an exhaust pipe. Furthermore, in the exhaust pipe provided with the exhaust valve 17, a filter AF₂₁ for removing particles and a chemical filter CF₂₁ for removing absorbent gas, such as
25 oxygen, and organic pollutants are disposed. Moreover, in the supply pipe provided with the supply valve 16, a filter AF₂₂, a chemical filter CF₂₂, the same as the chemical filter CF₂₁, and a pump P2 are provided. In

addition, the internal pressure of the reticle room 15 is measured by a pressure sensor PS2 (refer to Fig. 2). As shown in Fig. 2, the supply valve 16, the exhaust valve 17, the pump P2 and the pressure sensor PS2 are connected to the main controller 100. In the same manner as in the above gas replacement inside the illumination system housing 2, the main controller 100, by opening and closing the supply valve 16 and the exhaust valve 17 and operating the pump P2, efficiently replaces gas inside the reticle room 15 while monitoring the output of the pressure sensor PS2. In this case, the concentration of impurities (including particles, water, organic pollutant and absorbent gas such as oxygen) in the specific gas inside the reticle room 15 is kept being within the first concentration range. That is, chemical filters CF₂₁, CF₂₂ having a capability of keeping the concentration of each impurity within a respective first concentration range are used, and the main controller 100 controls the pump P2, the exhaust valve 17 and the supply valve 16.

Also in this case, because the air filters and chemical filters in the supply and exhaust pipes remove substantially all the impurities of the gas, it hardly has a bad influence on exposure, even if the specific gas is in circulation for long hours.

Moreover, the main controller 100 may determine the time to stop the operation of the pump P2 based on the output of a gas sensor, or make the specific gas to continuously flow through the reticle room 15.

The reason why the inside of the reticle room 15 is kept being not vacuum but at the predetermined pressure is the same as with the illumination system housing 2 described above. Therefore, if the increase of the weight is permitted, decreasing the pressure inside the reticle room 15 and then filling the inside with low absorbent gas may be performed upon the replacement of the gas therein.

The projection optical system PL comprises an optical system having lenses and reflection mirrors, which are made of fluorite or fluoride crystal such as lithium fluoride, and a barrel enclosing them. In this embodiment, a reduction optical system having a reduction ratio β of, e.g., $1/4$ or $1/5$ is used as the projection optical system PL. Accordingly, as mentioned above, exposure light EL from the illumination system illuminates the reticle R; a pattern formed on the reticle R is reduced and transferred onto a shot area on a wafer W by the projection optical system PL, and the reduced image of the pattern is formed thereon.

In an exposure apparatus using exposure light having a wavelength in the range of vacuum ultraviolet, the atmosphere inside the barrel of the projection optical system PL also needs to be replaced by the low absorbent gas (the specific gas) so as to avoid the absorption of the exposure light by absorbent gas such as oxygen. Accordingly, in this embodiment the inside of the barrel of the projection optical system PL is filled with the

specific gas, and the gas pressure is set to be the predetermined target value.

A more detailed description about this will be made in the following. On the barrel of the projection optical system PL, as shown in Fig. 1, a supply valve 30 and an exhaust valve 31 are provided. As shown in Fig. 3, the supply valve 30 is connected to an end of a third room of the gas supply unit 70 through a supply pipe, and the exhaust valve 31 is connected to the other end of the third room of the gas supply unit 70 through an exhaust pipe. Furthermore, in the exhaust pipe provided with the exhaust valve 31, a filter AF₃₁ for removing particles and a chemical filter CF₃₁ for removing absorbent gas, such as oxygen, and organic pollutants are disposed. Moreover, in the supply pipe provided with the supply valve 16, a filter AF₃₂, a chemical filter CF₃₂, the same as the chemical filter CF₃₁, and a pump P3 are provided. In addition, the internal pressure of the barrel of the projection optical system PL is measured by a pressure sensor PS3 (refer to Fig. 2). As shown in Fig. 2, the supply valve 30, the exhaust valve 31, the pump P3 and the pressure sensor PS3 are connected to the main controller 100. In the same manner as in the above gas replacement inside the illumination system housing 2, the main controller 100, by opening and closing the supply valve 30 and the exhaust valve 31 and operating the pump P3, efficiently replaces gas inside the barrel of the projection optical system PL while monitoring the output

of the pressure sensor PS2. In this case, the concentration of impurities (including particles, water, organic pollutant and absorbent gas such as oxygen) in the specific gas inside the barrel of the projection optical system PL is kept being within the first concentration range. That is, chemical filters CF₃₁, CF₃₂ having a capability of keeping the concentration of each impurity within a respective first concentration range are used, and the main controller 100 controls the pump P3, the exhaust valve 31 and the supply valve 30.

Also in this case, because the air filters and chemical filters in the supply and exhaust pipes remove substantially all the impurities of the gas, it hardly has a bad influence on exposure, even if the specific gas is in circulation for long hours.

Moreover, the main controller 100 may determine the time to stop the operation of the pump P3 based on the output of a gas sensor, or make the specific gas to continuously flow through the barrel of the projection optical system PL.

The reason why the inside of the barrel of the projection optical system PL is kept being at the predetermined pressure is the same as the above, and the reason why it is not kept being vacuum is that because such vacuum will cause a large pressure difference between the inside and outside of the barrel, the barrel needs to have a structure strong enough to endure the pressure difference, which causes the barrel and thus the

apparatus to become heavier and larger. However, if the increase of the weight is permitted, decreasing the pressure inside the projection optical system PL and then filling the inside with low absorbent gas may be performed upon the replacement of the gas therein.

The wafer stage WST is disposed in a wafer room 40 as a substrate room. The wafer room 40 is surrounded by a division wall 41 that is joined to the barrel of the projection optical system PL without any gap, and gas therein is separated from the external atmosphere. The division wall 41 of the wafer room 40 is made of a material that emits little gas, such as stainless (SUS).

The wafer stage WST is constructed so as to be freely driven on the upper surface of a base BS and in the X-Y plane in non-contact by a wafer driving system 74 (not shown in Fig. 1, refer to Fig. 2) that consists of a magnetic-levitation-type two-dimensional linear actuator (a planar motor) and the like.

A wafer holder 35 is mounted on the wafer stage WST, and the wafer holder 35 holds a wafer W by vacuum chucking.

By the wafer holder 35 moving in the X-Y plane, any shot area on the wafer W can be aligned with respect to a projection position (exposure position) of a reticle pattern, and the reticle pattern can be projected and transferred onto the shot area. That is, in the exposure apparatus 200, the main controller 100 repeats the stepping-between-shots operation of moving the wafer

stage WST so as to sequentially align each shot area on the wafer W with respect to the exposure position and the exposure operation of transferring the reticle pattern onto the shot area at the aligned position by

5 illuminating the reticle R with exposure light EL.

In an exposure apparatus using exposure light having a wavelength in the range of vacuum ultraviolet, the atmosphere in the optical path from the projection optical system PL to the wafer W also needs to be
10 replaced by the low absorbent gas (the specific gas) so as to avoid the absorption of the exposure light by absorbent gas such as oxygen. Accordingly, in this embodiment the inside of the wafer room 40 is filled with the specific gas, and the gas pressure is set to be the
15 predetermined target value.

A more detailed description about this will be made in the following. On the division wall 41 of the wafer room 40, as shown in Fig. 1, a supply valve 32 and an exhaust valve 33 are provided. As shown in Fig. 3, the
20 supply valve 32 is connected to an end of a fourth room of the gas supply unit 70 through a supply pipe, and the exhaust valve 33 is connected to the other end of the fourth room of the gas supply unit 70 through an exhaust pipe. Furthermore, in the exhaust pipe provided with the
25 exhaust valve 33, a filter AF₄₁ for removing particles and a chemical filter CF₄₁ for removing absorbent gas and organic pollutants are disposed. Moreover, in the supply pipe provided with the supply valve 32, a filter AF₄₂, a

chemical filter CF₄₂, the same as the chemical filter CF₄₁, and a pump P4 are provided. In addition, the internal pressure of the wafer room 40 is measured by a pressure sensor PS4 (refer to Fig. 2). As shown in Fig. 2, the supply valve 32, the exhaust valve 33, the pump P4 and the pressure sensor PS4 are connected to the main controller 100. In the same manner as in the above gas replacement inside the illumination system housing 2, the main controller 100, by opening and closing the supply valve 32 and the exhaust valve 33 and operating the pump P4, efficiently replaces gas inside the wafer room 40 while monitoring the output of the pressure sensor PS2. In this case, the concentration of impurities (including particles, water, organic pollutant and absorbent gas such as oxygen) in the specific gas inside the wafer room 40 is kept being within the first concentration range. That is, chemical filters CF₄₁, CF₄₂ having a capability of keeping the concentration of each impurity within a respective first concentration range are used, and the main controller 100 controls the pump P4, the exhaust valve 33 and the supply valve 32.

Also in this case, because the air filters AF₄₁, AF₄₂ and chemical filters CF₄₁, CF₄₂ remove substantially all the impurities of the gas, it hardly has a bad influence on exposure, even if the specific gas is in circulation for long hours.

Moreover, the main controller 100 may determine the time to stop the operation of the pump P4 based on the

output of a gas sensor, or make the specific gas to continuously flow through the wafer room 40.

The reason why the inside of the wafer room 40 is kept being not vacuum but at the predetermined pressure
5 is the same as with the illumination system housing 2.

On the sidewall in the -X direction of the division wall 41 of the wafer room 40, a light transmission window 38 is provided. In the same manner as this, also on the sidewall in the +Y direction of the division wall 41, a
10 light transmission window is provided, the +Y direction being toward the backside in Fig. 1. These light transmission windows are constituted by light transmission members that are fitted into openings made in the division wall 41, closing the openings and that
15 are made of usual optical glass. In this case, so as to prevent leakage of gas from joints of the openings and the light transmission members constituting the light transmission windows 38, the joints are sealed by metal seals such as indium or copper, or fluorine resin.

20 On the end in the -X direction of the wafer holder 35, an X-movable mirror 36X extends in the Y-direction that is constituted by a flat mirror. A measurement beam from an X-axis laser interferometer 37X is directed substantially perpendicular to the X-movable mirror 36X
25 through the light transmission window 38, the interferometer 37X being placed outside the wafer room 40; the reflected light is received through the light transmission window 38 by a detector inside the

interferometer 37X, and the position of the X-movable mirror 36X, i.e. the X-position of the wafer W, is detected with respect to the position of a reference mirror inside the interferometer 37X.

5 In the same manner, on the end in the +Y direction of the wafer holder 35, a Y-movable mirror (not shown) extends in the Y-direction that is constituted by a flat mirror. And in the same manner as the above, the position of the Y-movable mirror, i.e. the Y-position of the wafer
10 W, is detected by a Y-axis laser interferometer 37Y (refer to Fig. 2). The readings (measurement values) of the interferometers 37X, 37Y are supplied to the main controller 100 (refer to Fig. 2), and upon stepping between shots or the like, the main controller 100
15 controls the position of the wafer stage WST via the wafer driving system 74, monitoring the readings of the interferometers 37X, 37Y.

As described above, in this embodiment because the interferometers 37X, 37Y, i.e. optical members such as
20 laser sources and prisms, and detectors, are disposed outside the wafer room 40, even if a trace of absorbent gas is emitted from the detectors of the interferometers 37X, 37Y, it does not affect exposure.

It is noted that the outside of the wafer room 40,
25 i.e., the optical path of the measurement beam outwards from the light transmission window 38 may be covered by a container having light transmission windows on both ends thereof and that the temperature and pressure of gas

inside the container may be controlled. Alternatively, the inside of the container may be made to be vacuum. By this, measurement errors due to the air fluctuation in the external optical path can be decreased. This is disclosed in detail in, for example, Japanese Patent Laid-Open No. 10-281716.

Incidentally, fixing reference mirrors of laser interferometers on the projection optical system PL and measuring the positions of the X-movable mirror 36X and Y-movable mirror using the reference mirrors as references is common practice. In this case, optical elements which include a polarized-beam splitter (prism) for separating reference and measurement beams and which may include other elements following the prism may be contained in the wafer room 40, and the laser light source, detector, etc., may be disposed outside the wafer room 40.

Moreover, after the wafer W subject to exposure is carried into the exposure apparatus (specifically the wafer room 40) and mounted on the wafer holder 35, exposure is performed, and then the wafer W is carried out of the exposure apparatus. Meanwhile, because the atmosphere outside the exposure apparatus is the normal air, the atmosphere having oxygen, about 21%, which absorbs much of vacuum ultraviolet light. Therefore, if, upon carrying in and out the wafer W, the external atmosphere gets into the wafer room 40 even by a small amount, unallowable decrease and variation of

transmittance are caused because of the considerable absorption of exposure light EL.

In this embodiment, so as to prevent the occurrence of such problem, the following method is adopted.

5 That is, as shown in Fig 1, a wafer-gas-replacement room WI as a reserve room for substrates is disposed adjacent to the wafer room 40. The wafer-gas-replacement room WI is formed by a division wall 46 and the sidewall in the +X direction of the division wall 41 of the wafer
10 room 40. A gate 41a is made in the sidewall in the +X direction of the division wall 41, and can be opened and closed by a door 44. Also, a gate 46a is made in the sidewall in the +X direction of the division wall 46, and can be opened and closed by a door 45. The main
15 controller 100 opens and closes the doors 44, 45 via a driving unit (not shown). Preferably at least the door 44 out of the doors 44, 45 is a mechanical shutter, which can open and close at high speed.

As shown in Fig. 1, a supply valve 47 and an exhaust
20 valve 48 are provided on the division wall 46 of the wafer-gas-replacement room WI. As shown in Fig. 3, the supply valve 47 is connected to an end of a fifth room of the gas supply unit 70 through a supply pipe, and the exhaust valve 48 is connected to the other end of the
25 fifth room of the gas supply unit 70 through an exhaust pipe. Furthermore, in the exhaust pipe provided with the exhaust valve 48, a filter AF₅₁ for removing particles, a chemical filter CF₅₁ for removing absorbent gas and

organic pollutants, and a pressure-reducing unit VP1 constituted by a vacuum pump such as a dry pump are disposed. In the supply pipe provided with the supply valve 47, a filter AF₅₂, a chemical filter CF₅₂, the same
5 as the chemical filter CF₅₁, and a pump P5 are provided. The internal pressure of the wafer-gas-replacement room WI is measured by a pressure sensor PS5 (refer to Fig. 2). As shown in Fig. 2, the supply valve 47, the exhaust valve 48, the pressure-reducing unit VP1, the pump P5 and
10 the pressure sensor PS5 are connected to the main controller 100.

A wafer loader 43 that is constituted by a robot arm carrying a wafer W into and out of the wafer room 40 through the gate 41a and that serves as a substrate
15 transport system is disposed inside the wafer-gas-replacement room WI. Outside the door 45, a wafer transport system 49 that is constituted by a robot arm carrying the wafer W into and out of the wafer-gas-replacement room WI through the gate 46a is disposed. The
20 wafer loader 43 and wafer transport system 49 are electrically connected to the main controller 100 (refer to Fig. 2).

Next, the sequence of transferring the wafer W from the outside of the exposure apparatus into the wafer room
25 40 will be described mainly focusing on the control operation by the main controller 100.

(1) First, after an external transport system (not shown) transfers the wafer w from the outside of the

exposure apparatus onto a wafer pre-alignment unit (not shown), the main controller 100 performs rough alignment (pre-alignment) using the shape of the wafer W as a reference. The pre-alignment is an operation of detecting at least three point, on the periphery, including the notch (V-shaped cut) of the wafer W via optical sensors and thus X-Y position deviation and angle deviation of the wafer and correcting these deviations with the pre-alignment unit, or an operation of simultaneously moving a plurality of driving pins inwards in the radius direction, having one of the driving pins fit the notch and performing alignment of the center and angle of the wafer W.

(2) Next, the main controller 100 receives the pre-aligned wafer using the wafer transport system 49, and begins to transfer it toward the wafer-gas-replacement room WI. Then the main controller 100 opens the door 45 when the wafer transport system 49 with the wafer W has arrived within a predetermined distance from the wafer-gas-replacement room WI. At this time the gate 41a has been closed by the door 44, which gate 41a is on the boundary between the wafer-gas-replacement room WI and the wafer room 40.

(3) Next, the main controller 100 makes the wafer transport system 49 with the wafer W enter the wafer-gas-replacement room WI through the gate 46a, and the wafer transport system 49 passes the wafer W to the wafer loader 43.

Because when the wafer transport system 49 gets into the wafer-gas-replacement room WI, the outside door 45 thereof is open, the external atmosphere gets into the wafer-gas-replacement room WI along with the wafer W.

5 However, impurities in the external atmosphere, such as absorbent gas, e.g. oxygen, and organic pollutants do not get into the wafer room 40 because the inside door 44 is closed.

10 (4) After the transfer of the wafer W, the main controller 100 moves back the wafer transport system 49 through the gate 46a to the outside of the wafer-gas-replacement room WI, and closes the door 45.

(5) Next, the main controller 100 opens the exhaust valve 48, operates the pressure-reducing unit VP1 and
15 begins to decrease the pressure inside the wafer-gas-replacement room WI. And the main controller 100 monitors the readings of the pressure sensor PS5, and when the pressure inside the wafer-gas-replacement room WI has
20 48 and stops the pressure-reducing unit VP1.

By the above pressure decrease, pollutants such as absorbent gas, e.g. oxygen, are removed from inside the wafer-gas-replacement room WI.

(6) After that, the main controller 100
25 simultaneously opens the supply valve 47 and starts to operate the pump PS5. By this, the gas supply unit 70 starts supplying the low absorbent gas (the specific gas) to inside the wafer-gas-replacement room WI. After the

start of supplying the low absorbent gas, the main controller 100, when it finds based on the readings of the pressure sensor PS5 that the internal pressure has reached the predetermined value, closes the supply valve 47 and stops the pump P5. By this, the replacement of gas inside the wafer-gas-replacement room WI is completed. At the completion of gas replacement, the concentration of impurities in the specific gas inside the wafer-gas-replacement room WI has become about 10 to 100 times the first concentration (a second concentration).

(7) After that, the main controller 100 opens the door 44 and transfers the wafer W onto the wafer holder 35 in the wafer room 40 through the gate 41a with the wafer loader 43, and then returns the wafer loader 43 to inside the wafer-gas-replacement room WI through the gate 41a and closes the door 44. In this case, because the door 44 is a high speed shutter, the door 44 can be opened and closed at high speed, and the time for which the door 44 is open can be shortened.

Then, exposure is performed to the wafer W on the wafer holder 35 in the procedure described above. After the completion of exposure of the wafer W, the wafer W already exposed is transferred from the wafer room 40 to outside the exposure apparatus in the following sequence (8), (9).

(8) First, the main controller 100 opens the door 44, moves the wafer loader 43 to inside the wafer room 40 through the gate 41a, unloads the wafer W from the wafer

holder 35, returns the wafer loader 43 with the wafer W to inside the wafer-gas-replacement room WI through the gate 41a, and closes the door 44. Also upon the unload of the wafer, the door 44 can be opened and closed at high speed, and the time for which the door 44 is open can be shortened.

(9) Next, the main controller 100 opens the door 45, makes the wafer transport system 49 enter the wafer-gas-replacement room WI through the gate 46a, and the wafer loader 43 passes the wafer W to the wafer transport system 49. After the passing of the wafer, the main controller 100 moves back the wafer transport system 49 with the wafer W through the gate 46a to outside the wafer-gas-replacement room WI and closes the door 45.

After that, the wafer transport system 49 carries the wafer W to the external transport system, and then the external transport system transports it to outside the apparatus.

According to the above sequence (1) through (9), the replacement of a wafer upon which absorbent gas and the like are prevented from getting into the wafer room 40 is possible. By this, the decrease and variation of transmittance due to the absorption of exposure light EL by absorbent gas and the like can be effectively suppressed, the absorbent gas and the like having got into the wafer room upon carrying a wafer into and out of the wafer room 40.

Moreover, because the pressure inside the wafer-gas-replacement room WI is decreased in the step (5), even if water is sticking to the wafer front or back surface upon carrying the wafer W into the wafer room 40 from outside, the decreasing of the internal pressure removes almost all thereof from the wafer W. Therefore, water sticking to the wafer can be prevented from polluting the wafer room 40. In addition, it is possible to prevent a layer of water sticking to the wafer W from absorbing exposure light EL and being resolved causing necessary exposure amount to increase and thus real exposure amount to be unstable.

Also when carrying in and out a reticle R, even if a small amount of the external atmosphere gets into the reticle room 15 along with the reticle R, considerable absorption of exposure light EL occurs causing unallowable decrease and variation of transmittance.

In this embodiment, so as to prevent the occurrence of such problem, the following method is adopted.

That is, as shown in Fig 1, a reticle-gas-replacement room RI as a reserve room for reticles is disposed adjacent to the reticle room 15. The reticle-gas-replacement room RI is formed by a division wall 25 and the sidewall in the +X direction of the division wall 18 of the reticle room 15. A gate 18a is made in the sidewall in the +X direction of the division wall 18, and can be opened and closed by a door 21. Also, a gate 25a is made in the sidewall in the +X direction of the

division wall 25, and can be opened and closed by a door 22. The main controller 100 opens and closes the doors 21, 22 via a driving unit (not shown). Preferably at least the door 21 out of the doors 21, 22 is a mechanical shutter, which can open and close at high speed.

As shown in Fig. 1, a supply valve 23 and an exhaust valve 24 are provided on the division wall 25 of the reticle-gas-replacement room RI. As shown in Fig. 3, the supply valve 23 is connected to an end of a sixth room of the gas supply unit 70 through a supply pipe, and the exhaust valve 24 is connected to the other end of the sixth room of the gas supply unit 70 through an exhaust pipe. Furthermore, in the exhaust pipe provided with the exhaust valve 24, a filter AF₆₁ for removing particles, a chemical filter CF₆₁ for removing absorbent gas and organic pollutants, and a pressure-reducing unit VP2 constituted by a vacuum pump such as a dry pump are disposed. In the supply pipe provided with the supply valve 23, a filter AF₆₂, a chemical filter CF₆₂, the same as the chemical filter CF₆₁, and a pump P6 are provided. The internal pressure of the reticle-gas-replacement room RI is measured by a pressure sensor PS6 (refer to Fig. 2). As shown in Fig. 2, the supply valve 23, the exhaust valve 24, the pressure-reducing unit VP2, the pump P6 and the pressure sensor PS6 are connected to the main controller 100.

A reticle loader 20 that is constituted by a robot arm carrying a reticle R into and out of the reticle room

15 through the gate 18a and that serves as a mask
transport system is disposed inside the reticle-gas-
replacement room RI. Outside the door 22, a reticle-
transport mechanism 26 that is constituted by a robot arm
5 carrying the reticle R into and out of the reticle-gas-
replacement room RI through the gate 25a is disposed, the
reticle R being stored in a reticle library RL as a mask
store portion. The reticle loader 20 and reticle-
transport mechanism 26 are electrically connected to the
10 main controller 100 (refer to Fig. 2).

The reticle library RL has a plurality of racks, in
each of which a reticle case 27 containing a reticle R is
stored. As the reticle case 27, a non-sealed-type reticle
carrier is used. Because, actually, all elements in Fig.
15 1 except for the light source 1 are enclosed by an
environment-chamber (not shown) where the temperature,
humidity, etc., are accurately controlled, there is no
problem about using a non-sealed-type reticle carrier as
the reticle case.

20 Incidentally, a transparent, thin film for
protecting against dust, referred to as a pellicle, is
usually attached to the pattern side of the reticle R. In
this embodiment, a reticle means a reticle coated with a
pellicle, hereinafter.

25 Fig. 4A shows a plan view of the reticle R with the
pattern surface facing up, and Fig. 4B shows a cross-
sectional view taken along B-B line in Fig. 4A. As shown
in Fig. 4B, a pellicle PE is attached to the pattern

surface PA of the reticle R via a metal frame PF, referred to as a pellicle frame or pellicle stand. Although the pellicle PE is usually a transparent, thin film made from nitrocellulose and the like, in this embodiment a film made from a crystal material such as fluorite, magnesium fluoride or lithium fluoride, from which reticles and lenses are made, may be used so as to transmit exposure light EL having a wavelength in the range of 120 to 180 nm (vacuum ultraviolet).

There is, as shown in Fig. 4B, a space GS containing a predetermined amount of gas between the pellicle PE and the pattern surface PA. If the space GS is airtight, and when the pressure of the atmosphere drops due to a typhoon approaching, the gas inside the space GS expands and breaks the pellicle PE. Therefore, the metal frame PF has gas vents h1, h2, h3, h4 made therein.

Next, the sequence of transferring a reticle R from the reticle library RL to the reticle room 15 will be described in the following mainly focusing on the control operation of the main controller 100.

a. First, the main controller 100 removes the reticle R contained in the reticle case 27 from the reticle case 27 in the reticle library RL via the reticle-transport mechanism 26, and starts to transfer it toward the reticle-gas-replacement room RI. And the main controller 100 opens the door 22 when the reticle-transport mechanism 26 holding the reticle R arrives within a predetermined distance from the reticle-gas-

replacement room RI. At this time the gate 18a has been closed by the door 21, which gate 18a is on the boundary between the reticle-gas-replacement room RI and the reticle room 15.

5 b. Next, the main controller 100 makes the reticle-transport mechanism 26 with the reticle R enter the reticle-gas-replacement room RI through the gate 25a, and the reticle-transport mechanism 26 passes the reticle R to the reticle loader 20.

10 Because when the reticle-transport mechanism 26 gets into the reticle-gas-replacement room RI, the outside door 22 thereof is open, the external atmosphere gets into the reticle-gas-replacement room RI along with the reticle R. However, absorbent gas, such as oxygen, and so
15 forth in the external atmosphere do not get into the reticle room 15 because the inside door 21 is closed.

 c. After the transfer of the reticle R, the main controller 100 moves back the reticle-transport mechanism 26 through the gate 25a to the outside of the reticle-
20 gas-replacement room RI, and closes the door 22.

 d. Next, the main controller 100 opens the exhaust valve 24, operates the pressure-reducing unit VP2 and begins to decrease the pressure inside the reticle-gas-replacement room RI. And the main controller 100 monitors
25 the readings of the pressure sensor PS6, and when the pressure inside the reticle-gas-replacement room RI has dropped to, e.g., about 0.1 hPa, closes the exhaust valve 24 and stops the pressure-reducing unit VP2.

By the above pressure decrease, absorbent gas, such as oxygen, and so forth are removed from inside the reticle-gas-replacement room RI.

e. After that, the main controller 100
5 simultaneously opens the supply valve 23 and starts to operate the pump PS6. By this, the gas supply unit 70 starts supplying the low absorbent gas to inside the reticle-gas-replacement room RI. After the start of supplying the low absorbent gas, the main controller 100,
10 when it finds based on the readings of the pressure sensor PS6 that the internal pressure has reached almost the same value as inside the reticle room 15, closes the supply valve 23 and stops the pump P6. By this, replacing gas inside the reticle-gas-replacement room RI with the
15 low absorbent gas is completed. At the completion of gas replacement, the concentration of impurities in the specific gas inside the reticle-gas-replacement room RI has become about 10 times the first concentration (a second concentration).

20 In this case, the main controller 100 spends more than 10 seconds from the start of decreasing the pressure to the completion of replacement. Accordingly, substantially no pressure difference occurs between the inside and outside of the pellicle PE because the
25 pressure-drop in the reticle-gas-replacement room RI and, then, the charging of low absorbent gas slowly take place with gas passing through the gas vents h1 to h4. Therefore, the pellicle is not damaged.

It is remarked that because the replacements of a reticle are less in frequency than those of a wafer, such slow gas-replacement has little influence on the throughput of the exposure apparatus.

5 In this case, it is desirable that as the exhaust valve 24 and the supply valve 23, flow-amount adjustment valves be used which can adjust the gas-discharge and gas-charge speeds individually.

10 Also in the pressure decrease of the wafer-gas-replacement room WI, because too rapid decrease of the pressure may cause moisture contained in the inside gas to freeze and stick to the wafer surface because of adiabatic expansion cooling, it is desirable that the pressure decrease operation upon the wafer replacement be
15 performed as slowly as possible below the limit for not decreasing the throughput of the exposure apparatus. Also in this case, it is desirable that as the exhaust valve 48, a flow-amount adjustment valve be used which can adjust the pressure-decrease speed.

20 f. After the completion of gas replacement, the main controller 100 opens the door 21 and transfers the reticle R onto the reticle holder 14 in the reticle room 15 with the reticle loader 20, and then returns the reticle loader 20 to inside the reticle-gas-replacement
25 room RI through the gate 18a and closes the door 21. In this case, because the door 21 is a high speed shutter, the door 21 can be opened and closed at high speed, and the time for which the door 21 is open can be shortened.

Meanwhile, the reticle R is transferred from the reticle room 15 in the following way.

g. First, the main controller 100 opens the door 21, moves the reticle loader 20 to inside the reticle room 15 through the gate 18a, unloads the reticle R from the reticle holder 14, returns the reticle loader 20 with the reticle R to inside the reticle-gas-replacement room RI through the gate 18a, and closes the door 21. Also upon the unload of the reticle, the door 21 can be opened and closed at high speed, and the time for which the door 21 is open can be shortened.

h. Next, the main controller 100 opens the door 22, makes the reticle-transport mechanism 26 enter the reticle-gas-replacement room RI through the gate 25a, and the reticle loader 20 passes the reticle R to the reticle-transport mechanism 26. After the passing of the reticle, the main controller 100 moves back the reticle-transport mechanism 26 with the reticle R through the gate 25a to outside the reticle-gas-replacement room RI and closes the door 22. After that, the main controller 100 controls the reticle-transport mechanism 26 to return the reticle R to inside the reticle case 27 located at a predetermined rack of the reticle library RL.

It is noted that although, in this embodiment, absorbent gas of the same kind is supplied to all of the illumination system housing 2, the reticle room 15, the barrel of the projection optical system PL, the wafer room 40, the wafer-gas-replacement room WI and the

reticle-gas-replacement room RI and circulated without necessitating preparing several kind of gases, different kinds of gases may be used as absorbent gases supplied to respective elements. It is remarked that in such a case, 5 gases supplied to the wafer room 40 and the wafer-gas-replacement room WI should be of the same kind and that gases supplied to the reticle room 15 and the reticle-gas-replacement room RI should also be of the same kind to avoid the mixing of gases, the gases being single 10 gases such as nitrogen, helium, neon or argon.

As seen in the above description, in this embodiment a gas replacement mechanism is constituted by the supply valve 23, the exhaust valve 24, the pressure-reducing unit VP2 and the pump P6, which are connected to the 15 reticle-gas-replacement room RI, and the main controller 100, the gas replacement mechanism replacing the gas inside the reticle-gas-replacement room RI with the specific gas in which the concentration of impurities is about the second concentration, and another gas 20 replacement mechanism is constituted by the supply valve 47, the exhaust valve 48, the pressure-reducing unit VP1 and the pump P5, which are connected to the wafer-gas-replacement room WI, and the main controller 100, the gas replacement mechanism replacing the gas inside the wafer- 25 gas-replacement room RI with the specific gas in which the concentration of impurities is a predetermined concentration.

As described above, according to the exposure apparatus 200 (and exposure method) of the first embodiment, during the replacement of a wafer W and a reticle R, absorbent gas in the external atmosphere can be prevented from getting into the exposure-light optical path. By this, the decrease and variation of transmittance, and the decrease of uniformity of illuminance due to the absorption of the exposure light EL can be effectively reduced even if using vacuum ultraviolet light as the exposure light EL, thereby ensuring enough exposure light power and high controllability of exposure light amount.

In addition, the time for which a reticle R stays is shorter in the reticle-gas-replacement room RI than in the reticle room 15 where the time is usually longest for exposure. Meanwhile, the concentration of impurities in the specific gas inside the reticle-gas-replacement room RI is set to be higher than that of the reticle room 15. Therefore, the supply-and-exhaust system can be made simpler, thereby lowering the cost of the system as compared with keeping the reticle-gas-replacement room RI and the reticle room 15 under the same conditions in terms of the specific gas.

In the same way, the time for which a wafer W stays is shorter in the wafer-gas-replacement room WI than in the wafer room 40 where the time is usually longest for exposure. Meanwhile, the concentration of impurities in the specific gas inside the wafer-gas-replacement room WI

is set to be higher than that of the wafer room 40.
Therefore, the supply-and-exhaust system can be made
simpler, thereby lowering the cost of the system as
compared with keeping the wafer-gas-replacement room WI
5 and the wafer room 40 under the same conditions in terms
of the specific gas.

In addition, according to this embodiment, when
transferring the reticle R into the reticle room 15, the
door 21 is opened and closed for the gate 18a, and the
10 reticle room 15 where impurities in the specific gas are
at the first concentration and the reticle-gas-
replacement room RI where impurities in the specific gas
are at the second concentration are connected. Therefore,
the concentration of impurities in the specific gas
15 inside the reticle room 15 rises in proportion to the
time for which the door 21 is open. Because the door 21
is a high-speed shutter and can be opened and closed at
high speed, the increase of the concentration of
impurities in the specific gas inside the reticle room 15
20 can be substantially suppressed. This is also the case
with transferring the reticle R from the reticle room 15.

In the same way, because the door 44 is a high-speed
shutter, the increase of the concentration of impurities
in the specific gas inside the wafer room 40 can be
25 suppressed when the door 44 is open upon carrying a wafer
W into and out of the wafer room 40.

It is noted that although not explicitly described
in the above, the temperature is controlled in the

insides of the illumination system housing 2, the reticle room 15, the barrel of the projection optical system PL, the wafer room 40, the wafer-gas-replacement room WI and the reticle-gas-replacement room RI with the same
5 accuracy as in the environment-chamber (not shown).
Moreover, although not explicitly described in the above, it is desirable that portions of the illumination system housing 2, the barrel of the projection optical system PL, the wafer-gas-replacement room WI and the reticle-gas-
10 replacement room RI, which portions expose themselves to the specific gas (absorbent gas), should be made of a material, emitting little gas, such as stainless (SUS) as the division walls of the reticle room 15 and the wafer room 40 are. Alternatively, portions of the illumination
15 system housing 2, the reticle room 15, the barrel of the projection optical system PL, the wafer room 40, the wafer-gas-replacement room WI and the reticle-gas-replacement room RI, which portions expose themselves to the specific gas (absorbent gas), may be coated with
20 fluorine resin or the like, emitting little of absorbent gas such as hydro carbon.

It is remarked that although the above embodiment described the case where the wafer stage WST is of the magnetic levitation type, as shown in, e.g., Fig. 5, if
25 using the gas levitation method where a plurality of gas-static-pressure bearings 78 are arranged on the bottom surface of a wafer stage WST to levitate the wafer stage WST by blowing pressured gas toward the upper surface of

the base BS, the gas blown from the gas-static-pressure bearings 78 need be the low absorbent gas. In this case, while the gas is blown from the gas-static-pressure bearings 78 to levitate the wafer stage WST, there is no possibility of absorbent gas getting into the wafer room and affecting exposure, and by a planar motor (or linear motor) driving the wafer stage WST in non-contact and in two dimensions and at high speed, it is possible to accurately control the position thereof without being affected by the mechanical accuracy of the guide surface.

Although the above embodiment described the case where the wafer loader 43 is provided in the wafer-gas-replacement room WI and where the wafer loader 43 loads and unloads a wafer W into and from the wafer holder 35, this invention is not limited to this. That is, two conveying arms, the same as the wafer loader 43, may be arranged vertically apart from each other in the wafer-gas-replacement room WI, and one of the two conveying arms may be used only for loading a wafer while the other is used only for unloading a wafer, so that a wafer already exposed is carried from the wafer holder 35 parallel to carrying a wafer not yet exposed into the wafer holder 35. In this case, the time required for replacing a wafer can be shortened compared with the above embodiment.

Alternatively, as shown in a schematic plan view of Fig. 6, two wafer-gas-replacement rooms WI may be provided of which one is used only for carrying in a

wafer and of which the other is used only for carrying out a wafer, and the wafer-carry-out operation of (8) and (9) and the wafer-carry-in operation of (1) through (7) may be performed parallel to each other. In this case, in 5 the wafer-gas-replacement room WI used only for carrying out, the gas replacement has to be finished before carrying out the wafer. However, because the wafer can be carried out of the wafer-gas-replacement room WI without waiting for the completion of carrying another wafer into 10 the wafer room 40, the total wafer-replacement time from the start of carrying in a wafer from the outside to carrying another wafer out of the wafer room can be shortened as compared with even the case of using two conveying arms arranged vertically apart from each other.

15 Needless to say, also in the case of Fig. 6, two conveying arms may be arranged vertically apart from each other in each of the wafer-gas-replacement rooms WI so as to alternately use the wafer-gas-replacement rooms WI. Also in this case, the wafer replacement can be performed 20 at higher speed than the above embodiment.

It is remarked that also in the transport system for a reticle R, by using the same methods as the above, i.e., arranging two conveying arms vertically apart from each other in the reticle-gas-replacement room RI or providing 25 reticle-gas-replacement rooms RI, one of which is only for carrying in a reticle and the other of which is only for carrying out another reticle, the reticle replacement time can be shortened.

Moreover, although the above embodiment described the case where a reticle with a pellicle is used and where, by spending enough time in decreasing the pressure and charging with gas, the pellicle is prevented from
5 being damaged, in the case of using a reticle without a pellicle as a mask, water sticking to the reticle surface can be removed by decreasing the pressure inside the reticle-gas-replacement room in the same way as in the above embodiment.

10 It is noted that in the case of using a reticle without a pellicle, because there is no such space GS between the reticle pattern and a pellicle PE, which space GS needs gas replacement, the gas replacement inside the reticle-gas-replacement room RI can be
15 performed by continuously supplying and discharging the gas, that is so-called gas-flow, without need to decrease the pressure. In this case, inside the reticle-gas-replacement room RI an ultraviolet-light source 80 such as an excimer-lamp may be provided as the emitting
20 portion of an energy beam, which source 80 is indicated by an imaginary line in Fig. 1, and which removes absorbent material, sticking to the reticle, such as water and organic substance by using ultraviolet light, i.e. so-called "light cleaning". Instead of the light
25 source 80, the outlet of an optical fiber or relay optical system which guides light from the light source 1 or other ultraviolet-light source may be provided as the emitting portion. It is remarked that the emitting

portion is not necessarily placed in the reticle-gas-replacement room RI and can be placed in any other place in the conveying path of a reticle.

Also in the wafer-gas-replacement room WI, gas
5 replacement can be performed by the gas-flow without need to decrease the pressure. In this case, it is desirable that a wafer conveying path from a resist-coating unit (not shown) to the exposure apparatus and the space around the wafer transport system 49 be filled with gas
10 excluding moisture and organic gas such as hydro carbon so as to prevent water and organic substances from sticking to the wafer surface.

If the gas replacement in the wafer-gas-replacement room WI or the reticle-gas-replacement room RI is
15 performed by the gas-flow, it is desirable that the inside structure thereof be as simple as possible so as to efficiently replace gas thereof. For that purpose, it is desirable that the reticle loader 20 for transferring a reticle R from the reticle-gas-replacement room RI to
20 the reticle room 15 be provided in the reticle room 15 and that the wafer loader 43 for transferring a wafer W from the wafer-gas-replacement room WI to the wafer room 40 be provided in the wafer room 40.

It is noted that when replacing gas by decreasing
25 the pressure, and if the loaders 20, 43 are provided in the gas-replacement rooms RI, WI respectively, there is some possibility of lube oil vaporizing from the movable parts of the loaders 20, 43 and polluting the reticle R

and the wafer W upon decreasing the pressure. Therefore, if there are some spaces in the reticle room 15 and the wafer room 40, it is preferable that the loaders are provided therein.

5 Although the first embodiment described that upon removing a reticle from the reticle library RL the reticle R is removed from the reticle case 27 stored in the reticle library RL and is transferred by the reticle-transport mechanism 26, the reticle-transport mechanism
10 26 may transfer the reticle case 27 containing the reticle R to the reticle-gas-replacement room RI.
<<A second embodiment>>

Next, a second embodiment of this invention will be described in the following with reference to Fig. 7,
15 wherein a reticle contained in a reticle case is transferred as one piece. The elements that are the same as or equivalent to those of the first embodiment are represented by the same symbols, and brief or no description will be presented about them.

20 The second embodiment is different from the first embodiment only in the inside structure of the reticle-gas-replacement room RI and part of the reticle conveying sequence. In the following, description will be made mainly focusing on these points.

25 Fig. 7 shows an example of the structure of the reticle-gas-replacement room RI according to the second embodiment. A reticle-case mount 52 is provided inside the reticle-gas-replacement room RI in Fig. 7. On the

reticle-case mount 52, a portion fitting the outer shape of the reticle case 27 is provided that is a concavity or convexity for aligning, and the reticle case 27 is fitted and mounted at a predetermined position on the reticle-
5 case mount 52.

In this case, the reticle case 27 is an sealed-type reticle carrier having a door 27a that can be opened and closed, and a door-open-close mechanism 51 corresponding thereto is provided inside the reticle-gas-replacement
10 room RI. The door-open-close mechanism 51, as shown in Fig. 7, is positioned so as to be able to easily open the door 27a when the reticle case 27 is aligned by the concavity or convexity and mounted on the reticle-case mount 52.

Next, the sequence of transferring a reticle R from the reticle library RL to the reticle room 15, according to the second embodiment, will be described in the following. Although the actions of elements are performed under the control of the main controller 100 as in the
15 first embodiment, description about the main controller 100 will be omitted to make the whole description simpler.

First, a reticle case 27 containing a reticle R is removed from any of the racks of the reticle library RL by the reticle-transport mechanism 26, and the reticle-
25 transport mechanism 26 starts to transfer the reticle case 27 toward the reticle-gas-replacement room RI. It is remarked that the reticle case 27 is filled with the

specific gas having impurities at concentration smaller than the second concentration.

And the door 22 is opened when the reticle-transport mechanism 26 holding the reticle case 27 arrives within a
5 predetermined distance from the reticle-gas-replacement room RI. At this time the gate 18a has been closed by the door 21, which gate 18a is on the boundary between the reticle-gas-replacement room RI and the reticle room 15.

Next, the reticle-transport mechanism 26 with the
10 reticle case 27 gets into the reticle-gas-replacement room RI through the gate 25a and mounts the reticle case 27 at the predetermined position on the reticle-case mount 52.

The reticle-transport mechanism 26 moves back
15 through the gate 25a to the outside of the reticle-gas-replacement room RI, and the door 22 is closed. Next, the internal pressure of the reticle-gas-replacement room RI starts to decrease in the same way as in the first embodiment. Then the door-open-close mechanism 51 opens
20 the door 27a of the reticle case 27; the pressure continues to decrease, and the decrease of the pressure ends when the pressure inside the reticle-gas-replacement room RI has dropped to, e.g., about 0.1 hPa.

By the above pressure decrease, absorbent gas, such
25 as oxygen, and so forth are removed from inside the reticle-gas-replacement room RI.

After that, the reticle-gas-replacement room RI is filled with low absorbent gas in the same way as the

above. Then the reticle loader 20 removes the reticle R from the reticle case 27; the door 21 is opened, and the reticle loader 20 transfers the reticle R into the reticle room 15 and loads it on the reticle holder 14.

5 Meanwhile, the reticle R is carried out in the following way.

First, the door 21 is opened, and the reticle loader 20 moves to inside the reticle room 15 through the gate 18a and unloads the reticle R from the reticle holder 14.
10 It is remarked that until the open of the door 21 the reticle-gas-replacement room RI has been filled with the low absorbent gas having impurities at concentration smaller than the second concentration.

The reticle loader 20 with the reticle R returns to
15 inside the reticle-gas-replacement room RI through the gate 18a, and soon after that, the door 21 is closed. Next, the reticle loader 20 returns the reticle into the reticle case 27 and moves back from inside the reticle case 27, and the door-open-close mechanism 51 closes the
20 door 27a. After that, the inside of the reticle case 27 becomes a sealed space filled with the specific gas having impurities at concentration smaller than the second concentration. Soon after the close of the door 27a, the door 22 is opened, and the reticle-transport
25 mechanism 26 gets into the reticle-gas-replacement room RI through the gate 25a, receives the reticle case 27 from the reticle loader 20, and moves back to outside the reticle-gas-replacement room RI through the gate 25a.

After that, the door 22 is closed. Then the reticle-transport mechanism 26 returns the reticle case 27 to a predetermined rack of the reticle library RL.

The structures of the other elements are the same as
5 those of the first embodiment.

According to the first embodiment, the same effect as that of the first embodiment can be obtained, and because the gas replacement is performed while the reticle case 27 and the reticle R are in the reticle-gas-
10 replacement room RI, the inside of the reticle case 27 is also filled with the low absorbent gas (the specific gas), and, after being carried out, is still filled therewith. In this way, water can be prevented from sticking to the surface of a reticle in stock. That is, in this
15 embodiment a gas replacement mechanism constituted by the supply valve 23, the exhaust valve 24, the pressure-reducing unit VP2, the pump P6, and the main controller 100 also fills the reticle case 27 with the specific gas after exposure through the reticle R. Therefore, when
20 removing a reticle R from the reticle case 27, carrying it into the reticle room 15, and performing exposure and when, after returning the reticle R into the reticle case 27, taking out the reticle R to perform exposure again, impurities getting into the reticle room 15 can be
25 substantially prevented. In this way, in the optical path inside the reticle room 15, the decrease and variation of transmittance of the exposure light can be suppressed

that are caused by the energy absorption of the exposure light.

In the second embodiment, air-tightness inside the reticle case 27 is improved by applying sealing material such as fluorine resin to between the door 27a and the main part of the reticle case 27, and impurities such as absorbent gas can be prevented from getting therein. In addition, it is desirable that the reticle case 27 be made of fluorine resin or stainless (SUS) emitting little of absorbent gas such as hydrocarbon.

It is noted that in the second embodiment the reticle case may be a sealed-type reticle carrier such as SMIF (Standard Mechanical Interface) pod.

It is remarked that when preserving a reticle in the reticle library RL for a long time, it is preferable to circulate or continuously supply low absorbent gas through the reticle case 27.

Fig. 8A shows a schematic, oblique view of an exemplary reticle library having a system for circulating low absorbent gas. In Fig. 8A, a mechanism or a set of racks (not shown) for holding reticle cases is disposed between the side walls RLa, RLb of the reticle library RL, and the holding mechanism positions and holds reticle cases 27 at predetermined positions.

A reticle case 27 positioned and held in the reticle library RL is connected with a supply mechanism 54 and exhaust mechanism 55 that constitute the system for circulating low absorbent gas.

That is, joint-openings 53a, 53b are made in the right and left side walls of the reticle case 27 respectively; in portions of the side walls RLb, RLa of the reticle library RL, which portions are opposite the joint-openings 53a, 53b respectively, openings are made, and through the openings, the supply mechanism 54 and exhaust mechanism 55 are connected to the joint-openings 53a, 53b respectively.

The supply mechanism 54 and exhaust mechanism 55 are connected through a supply pipe 54C and an exhaust pipe (not shown) to one end and to another end of a supply source (not shown) of low absorbent gas respectively. An air-filter for removing particles, such as a HEPA filter or ULPA filter, and a chemical filter for removing impurities such as absorbent gas are provided in the supply and exhaust pipes, and the temperature of the absorbent gas is controlled in the supply source.

Fig. 8B shows an enlarged, cross-sectional view of the joint of the supply mechanism 54 in Fig. 8A. In Fig. 8B, a lid 56 is arranged on the inside wall of the reticle case 27 so as to cover the joint-opening 53a. The lid 56 is pulled toward the sidewall of the reticle case 27 by springs 57, 58 all the time. Accordingly, when no external force is exerted on the lid 56, the lid 56 is attached to the sidewall of the reticle case 27 and closes the joint-opening 53a air-tightly.

Meanwhile, on the outer surface of the reticle-library-sidewall RLb, a guide member 59 is disposed

substantially perpendicular thereto, and a movable member 60 that moves back and forth along the guide member 59 is fixed on an end portion 54a of the supply mechanism 54.

Moreover, the end portion 54a of the supply
5 mechanism 54 is inserted into the opening of the reticle-library-sidewall RLb.

Therefore, by driving the movable member 60 in the left direction in Fig. 8B, the tip of the end portion 54a is inserted into the joint-opening 53a on the sidewall of
10 the reticle case 27. By this, the lid 56 is opened inwards, and takes the position shown in Fig. 8B. On the tip of the end portion 54a a hole 54b is made, and absorbent gas supplied through the supply pipe 54C is supplied to inside the reticle case 27 through the hole
15 54b. A seal member 55d is provided near the tip of the end portion 54a so as to prevent the external air from entering the reticle case 27 when the tip of the end portion 54a is inserted into the joint-opening 53a.

The joint-opening 53b and exhaust mechanism 55 have
20 the same structure as the above.

In the case where a reticle in stock is also covered by low absorbent gas as shown by the example in Figs. 8A, 8B, because impurities sticking to the surface of a reticle R and absorbent gas entering the space GS
25 enclosed by the reticle pattern and the pellicle PE can be suppressed to a minimal amount. Accordingly, when carrying in a reticle, the purpose is achieved by decreasing the internal pressure of the reticle-gas-

replacement room RI to a value of several hPa that is relatively high. Moreover, gas inside the reticle-gas-replacement room RI may be replaced, without the decrease of the internal pressure of the reticle-gas-replacement room RI, only by gas-flow in which low absorbent gas is supplied through the supply pipe having the supply valve 23 and discharged through the exhaust pipe having the exhaust valve 24 before carrying a reticle into the reticle room 15.

10 It is remarked that an embodiment of the reticle library RL for which the system for circulating low absorbent gas is provided that is described above with reference to Figs. 8A, 8B may be used singly or in the combination of the first or second embodiment.

15 <<A third embodiment>>

Next, a third embodiment of this invention will be described in the following. The elements that are the same as or equivalent to those of the first embodiment are represented by the same symbols, and brief or no description will be presented about them.

Fig. 9 shows a cross-sectional view of the schematic arrangement of a reticle-reserve room RI (referred to as a "reserve room" hereinafter) and other parts around it of an exposure apparatus according to the third embodiment.

25 In the third embodiment, as shown in Fig. 9, the reserve room RI is the space enclosed by a chamber 81 having a convex portion protruding in the +X direction

from near the lower end thereof. This reserve room RI is divided by a division wall 82 on the boundary between the convex portion and the rest into a first room 83 adjacent, in the +X direction, to the reticle room 15 as a mask
5 room and a second room 84 adjacent to the first room 83.

Near the end in the -X direction inside the first room 83, a horizontal multi-joint robot (scalar robot) 85 is disposed. The scalar robot 85 comprises an arm 85A that can freely extend and contract, and rotate in the X-
10 Y plane and a driving portion 85B to drive the arm 85A. The scalar robot 85 is mounted on the upper surface of a support member 87 that moves up and down along a support guide 86 extending upwards from the floor surface near the end in the -X direction inside the first room 83.
15 Accordingly, the arm 85A of the scalar robot 85 is able to move up and down as well as to extend and contract, and rotate in the X-Y plane. It is noted that a linear motor moves the support member 87 up and down, which motor comprises a mover (not shown) that is integrally
20 provided in the support member 87 and a stator (not shown) extending in the Z-direction inside the support guide 86.

In the sidewall in the -X direction of the chamber 81, an opening 81a is made which is opposite the opening
25 18a made in the division wall 18 of the reticle room 15. In this embodiment, the division wall 18 and the chamber 81 are tightly attached together so that the external atmosphere does not enter the reticle room 15 and the

first room 83 through the openings 18a, 81a. The openings 18a, 81a form a gate that the door 21 opens and closes.

In addition, an opening 82a having a predetermined height is made at a predetermined height (e.g. about 600
5 to 800 mm) from the floor surface in the division wall 82 constituting the sidewall in the +X direction of the first room 83. A door 22', the same as the door 22, opens and closes the opening 82a.

On the upper surface of the convex portion,
10 constituting the second room 84, of the chamber 81, a delivery port 89 for a reticle carrier 88 as a mask container is made. On the ceiling above the delivery port 89 a guide rail Hr, along which an auto-transport system 90 that transports the reticle carrier 88 containing a
15 reticle R moves, extends in the Y direction, the auto-transport system 90 being referred to as "OHV90" hereinafter, OHV standing for Over Head Vehicle. In this embodiment, the height of the upper surface, on which the delivery port 89 is, of the convex portion of the chamber
20 81 is set to be about 900 mm from the floor surface from the viewpoint of human engineering. The OHV 90 can transport the reticle carrier 88 from and to the delivery port 89, and the delivery port 89 is also suitable for an operator to carry in and out the reticle carrier 88.

25 As a reticle carrier 88, a SMIF (Standard Mechanical Interface) pod is used that is a sealed-type and bottom-open-type container which can contain a single reticle. Needless to say, a container may be used that

can contain a plurality of reticles vertically spaced a predetermined distance apart from each other.

The reticle carrier 88, as shown in Fig. 9, comprises a carrier-main-body 88A that is a door, on the inward side of which a support member for supporting a reticle R is integrally provided; a cover 88B that is fitted on the carrier-main-body 88A from above; and a lock mechanism (not shown) that is provided on the bottom of the carrier-main-body 88A and that locks the cover 88B.

Corresponding to the structure of the reticle carrier 88, in the delivery port 89 of the chamber 81, an opening 81b is made that is slightly larger than the carrier-main-body 88A of the reticle carrier 88. This opening 81b is usually, firmly closed by an open-close member 92 that is a part of an open-close mechanism 91 which is described in the following and which is usually contained in the second room 84.

The open-close mechanism 91 comprises a driving portion 93 disposed substantially underneath the opening 81b; a driving axis 94 vertically driven by the driving portion 93; and the open-close member 92 substantially horizontally fixed on the upper end of the driving axis 94. The open-close member 92 comprises a mechanism (not shown) that fastens to the bottom surface of the carrier-main-body 88A by vacuum chuck or by mechanical connection and that unfastens a lock mechanism (not shown) provided on the carrier-main-body 88A. Hereinafter, the mechanism is referred to as a "fasten-and-unlock mechanism" for the

sake of convenience.

Therefore, the open-close mechanism 91 unfastens the lock mechanism by using the fasten-and-unlock mechanism, and, after the open-close member 92 has
5 fastened to the carrier-main-body 88A, can separate from the cover 88B the carrier-main-body 88A holding a reticle by lowering the open-close member 92 by a predetermined amount while the inside and outside of the chamber 81, thus of the reticle carrier 88, are isolated from each
10 other. In other words, the open-close mechanism 91 can open the reticle carrier 88 while maintaining the isolation between the inside and outside of the chamber 81.

The above main controller 100 controls the open-
15 close mechanism 91.

Although none are shown, also in the third embodiment, a supply valve, an exhaust valve, a pressure-reducing unit and a pump are connected with each of the first and second rooms 83, 84 of the reserve room RI as
20 in the first embodiment, and the main controller 100 controls each of those elements. That is, in this embodiment a gas replacement mechanism is constituted by the supply valves, the exhaust valves, the pressure-reducing units, the pumps, which are connected with the
25 first and second rooms 83, 84 of the reserve room RI, and the main controller 100. It is remarked that the supply valves, the exhaust valves, the pressure-reducing units

and the pumps are connected to a gas-supply unit as the above.

The main controller 100 controls the supply valves, the exhaust valves, the pressure-reducing units and the pumps constituting the gas replacement mechanism such that the pressure of the specific gas atmosphere inside the first and second rooms 83, 84 of the reserve room RI is the predetermined target value as in the reticle room 15 and wafer room 40 all the time. In this case, the main controller 100 always controls the concentration of impurities (organic pollutants, water, absorbent gas such as oxygen) in the specific gas inside the reticle room 15, the first room 83 and the second room 84 such that the concentration of impurities in the specific gas inside the first room 83 is larger than that of the reticle room 15 and smaller than that of the second room 84.

For example, if the specific gas is helium, the concentration of impurities in helium inside the reticle room 15 is controlled to be smaller than the first concentration; the concentration of impurities in helium inside the first room 83 is controlled to be smaller than 10 times the first concentration, and the concentration of impurities in helium inside the second room 84 is controlled to be smaller than 100 times the first concentration. Specifically, the concentration D_c of organic pollutants in helium inside the reticle room 15 is set as $D_c < 1\text{ppb}$ (or $D_c < 10\text{ppb}$); the concentration D_w of water is set as $D_w < 10\text{ppb}$ (or $D_w < 100\text{ppb}$), and the

concentration D_g of absorbent gas such as oxygen is set as $D_g < 30\text{ppb}$ (or $D_g < 300\text{ppb}$). In this case, the concentrations D_c , D_w , D_g of organic pollutants, water and absorbent gas in helium inside the first room 83 are set as $1\text{ppb} \leq D_c < 10\text{ppb}$ (or $10\text{ppb} \leq D_c < 100\text{ppb}$), $10\text{ppb} \leq D_w < 100\text{ppb}$ (or $100\text{ppb} \leq D_w < 1000\text{ppb}$) and $30\text{ppb} \leq D_g < 300\text{ppb}$ (or $300\text{ppb} \leq D_g < 3000\text{ppb}$) respectively. Moreover, the concentrations D_c , D_w , D_g of organic pollutants, water and absorbent gas in helium inside the second room 84 are set as $10\text{ppb} \leq D_c < 100\text{ppb}$ (or $100\text{ppb} \leq D_c < 1000\text{ppb}$), $100\text{ppb} \leq D_w < 1000\text{ppb}$ (or $1000\text{ppb} \leq D_w < 10000\text{ppb}$) and $300\text{ppb} \leq D_g < 3000\text{ppb}$ (or $3000\text{ppb} \leq D_g < 30000\text{ppb}$) respectively.

In addition, for example, if the specific gas is nitrogen (N_2), upon setting the concentrations D_c , D_w , D_g of impurities in nitrogen inside each room as with the above helium, the concentration D_c of organic pollutants in nitrogen inside the reticle room 15 may be set as $D_c < 100\text{ppb}$; the concentration D_w of water may be set as $D_w < 1000\text{ppb}$, and the concentration D_g of absorbent gas such as oxygen may be set as $D_g < 3000\text{ppb}$. In this case, the concentrations D_c , D_w , D_g of organic pollutants, water and absorbent gas in nitrogen inside the first room 83 may be set as $100\text{ppb} \leq D_c < 1000\text{ppb}$, $1000\text{ppb} \leq D_w < 10000\text{ppb}$ and $3000\text{ppb} \leq D_g < 30000\text{ppb}$ respectively. Moreover, the concentrations D_c , D_w , D_g of organic pollutants, water and absorbent gas in nitrogen inside the second room 84 may be set as $1000\text{ppb} \leq D_c < 10000\text{ppb}$,

$10000\text{ppb} \leq D_w < 100000\text{ppb}$ and $30000\text{ppb} \leq D_g < 300000\text{ppb}$ respectively.

It is remarked that in the third embodiment the wafer-gas-replacement room WI is disposed in the -Y
5 direction of the wafer room 40.

The structures, etc., of other elements are the same as those of the first embodiment.

Next, concerning an exposure apparatus according to the third embodiment, the sequence of transferring a
10 reticle R from outside the exposure apparatus into the reticle room 15 will be described in outline.

First, according to instructions from the main controller 100, for example, the OHV 90 transports a reticle carrier 88 containing a reticle R to the delivery
15 port 89. After confirming the reticle carrier 88 having arrived at the delivery port 89, the main controller 100 drives the driving axis 94 upwards by a predetermined amount via the driving portion 93 that is a part of the open-close mechanism 91, fastens the open-close member 92
20 to the carrier-main-body 88A, and unfastens the lock mechanism of the reticle carrier 88 by the fasten-and-unlock mechanism. And the main controller 100 lowers the driving axis 94 by a predetermined amount via the driving portion 93. As one piece with the driving axis 94, the
25 open-close member 92 fastened to the carrier-main-body 88A moves down by the predetermined amount, and the reticle carrier 88 is opened while maintaining the isolation between the inside and outside of the chamber

81. That is, the carrier-main-body 88A holding a reticle R is separated from the cover 88B. Fig. 9 shows the state where the carrier-main-body 88A is separated from the cover 88B with the door 22' being closed.

5 Next, the main controller 100 opens the door 22', makes the arm 85A enter the second room 84 through the opening 82a, using the driving portion 85B of the scalar robot 85, and inserts it below the reticle R supported by the open-close member 92. Then the main controller 100
10 slightly lifts the scalar robot 85 by a linear motor (not shown) so that the arm 85A supports the reticle R from below.

Next, the main controller 100 contracts the arm 85A using the driving portion 85B, transports the reticle R
15 into the first room 83 through the opening 82a, and closes the door 22'. An imaginary line in Fig. 9 to which a symbol R' is attached represents the reticle R that has just been transported into the first room.

As described above, because when the reticle R is
20 transported into the first room 83, the first room 83 and the second room 84 are connected, the concentration of impurities in the specific gas of the first room 83 increases slightly. However, because the inside of the chamber 81 is isolated from the outside (external
25 atmosphere), and the first and second rooms 83, 84 are filled with the specific gas although the concentrations are different, and furthermore the time of the door 22' being open is short, almost no impact is caused. After

that, the main controller 100 restores the specific gas environment inside the first room 83 via the gas replacement mechanism.

Then the main controller 100 lifts the scalar robot
5 85 by a linear motor (not shown) up to a position indicated by an imaginary line in Fig. 9.

After that, the main controller 100 opens the door 21, rotates and stretches the arm 85A so as to make the arm 85A holding the reticle R enter the reticle room 15
10 through the opening 81a, 18a, and loads the reticle R onto the reticle holder 14. An imaginary line in Fig. 9 represents the arm 85A that are just about to load the reticle R onto the reticle holder 14.

After the completion of loading the reticle R onto
15 the reticle holder 14, the main controller 100 contracts and returns the arm 85A to the first room 83 through the opening 81a, 18a and closes the door 21.

As described above, because when the reticle R is loaded onto the reticle holder 14, the reticle room 15
20 and the first room 83 are connected, the concentration of impurities in the specific gas of the reticle room 15 increases slightly. However, because the reticle room 15 and the first room 83 are filled with the specific gas although the concentrations are different, and the time
25 of the door 22' being open is short, almost no impact is caused. After that, the main controller 100 restores the specific gas environment inside the reticle room 15 via

the gas replacement mechanism (the supply valve 16, the exhaust valve 17, the pump P2, etc.).

Meanwhile, after exposure through the reticle on the reticle holder 14, the main controller 100 controls the
5 scalar robot 85, the doors 21, 22', and the like and transports the reticle R to a position above the carrier-main-body 88A underneath the delivery port 89 in a sequence reverse to the above sequence. The main controller 100 fits the carrier-main-body 88A to the
10 cover 88B in a sequence reverse to the above sequence, using the open-close mechanism 91, and the reticle carrier 88 stands by for transport by OHV 90.

As seen in the above description, in the third embodiment the robot 85, the support member 87 and the
15 linear motor (not shown) that drives the support member 87 up and down constitute the mask transport system.

As described above, according to an exposure apparatus of the third embodiment, a plurality of sealed rooms that temporarily contain a reticle R for exposure,
20 i.e. the reticle room 15, the reserve room RI (the first and second rooms 83, 84), are filled with the specific gases each having a different concentration of impurities. Therefore, the reticle is under the specific gas environment before and after the reticle is in the
25 reticle room 15 for exposure, as well. Accordingly, impurities can be substantially prevented from getting into the optical path inside the reticle room 15 when the reticle is carried into the reticle room 15. In this way,

in the optical path inside the reticle room 15, the decrease and variation of transmittance of the exposure light and the decrease of uniformity of illuminance can be suppressed that are caused by the energy absorption of the exposure light, thereby ensuring stable and enough exposure light power. In this case, because each room 15, RI is filled with the specific gas having a different concentration of impurities, and the impurity-concentration of the specific gas inside the reserve room RI is set to be higher than that of the reticle room 15, the equipment becomes simpler and less expensive than in the case of setting the specific gas environment of the reserve room RI to be equivalent to that of the reticle room 15, the time for which a reticle stays in the reserve room RI being shorter than that in the reticle room 15.

In addition, on the second room 84 of the chamber 81 constituting the reserve room RI for a reticle, the delivery port 89 is provided into and from which the reticle carrier 88 is loaded and unloaded. In this case, a mask store portion for storing a reticle R as a mask is constituted by the reticle carrier 88 which has been carried to the delivery port 89 on the reserve room RI (more specifically the second room 84). Inside the second room 84, the open-close mechanism 91 is arranged which opens and closes the carrier-main-body 88A of the reticle carrier 88, isolating the inside of the room from the outside. Therefore, the reticle carrier 88 containing a

reticle R can be opened while the reticle carrier 88 is on the delivery port 89 and the open-close mechanism 91 is isolating the inside of the reserve room RI from the outside. Accordingly, impurities such as absorbent gas and organic pollutants can be prevented from entering the reserve room RI and sticking to the reticle when the reticle is removed from the reticle carrier 88.

Moreover, in the third embodiment the reserve room RI is divided by the division wall 82 having a door that can be opened and closed into the first room 83 adjacent to the reticle room 15 and the second room 84 in which the open-close mechanism 91 is arranged. The impurity-concentrations of the specific gas inside the first and second rooms 83, 84 are set as that of the first room 83 is higher than or equal to that of the reserve room RI, i.e. the first concentration, and is lower than that of the second room 84. That is, the impurity-concentrations of the specific gas inside the first and second rooms 83, 84 are set such that the impurity-concentrations of the specific gas inside the second room 84 is highest, the second room 84 being further away from the reticle room 15. In this way, because the impurity-concentrations of the specific gas inside the first and second rooms 83, 84 can be efficiently and easily set to desired values, and that of the first room 83 closer to the reticle room 15 is lower than that of the second room 84, impurities can be substantially prevented from getting into the optical

path inside the reticle room 15 along with the reticle when the reticle is carried into the reticle room 15.

In addition, because in the reserve room RI for a reticle, reticle-transport systems (85, 87, etc.) as mask transport systems are arranged that transport a reticle from and to the reticle room 15, no reticle-transport system needs to be provided in the reticle room 15, thereby being able to reduce the size of the reticle room 15. That is, because the reticle room 15 of which the impurity-concentration of the specific gas has to be lowest and of which the equipment cost is likely to be highest can be reduced in size, the equipment for setting the specific gas environment of the reticle room 15 becomes simpler according to the reduction of the size, and the equipment cost can be reduced.

It is noted that although the third embodiment described the case where a SMIF pod for containing a reticle R is employed as a reticle carrier constituting the mask store portion, not being limited to that, a SMIF pod for containing a plurality of reticles R or a reticle carrier (mask container) of a FOUP type may be employed. In this case, a plurality of reticles (masks) are stored in the mask container as the mask store portion, and the reticle-transport systems (85, 87, etc.) transport reticles between the reticle carrier and the reticle room 15. Therefore, the time for transporting reticles can be shortened compared with transporting reticles one by one from the outside and the third embodiment as well.

It is noted that although the third embodiment described the case where the reserve room RI is divided into the first room 83 and the second room 84, not being limited to that, the reserve room RI may be divided by
5 division walls each having a door that can be opened and closed into more than two rooms including the first room adjacent to the mask room and the second room in which the open-close mechanism is arranged. In this case, the impurity-concentrations of the specific gas inside the
10 rooms may be set as that of the first room is higher than the first concentration, and is lower than that of the second room. Alternatively, the impurity-concentrations of the specific gas inside the rooms may be set such that the impurity-concentrations of the specific gas decreases
15 as going from the second room to the first room. In such cases, the effect equivalent to the third embodiment can also be obtained.

Furthermore, in the third embodiment a pre-alignment portion for a reticle R may be provided in the reserve
20 room RI (specifically the first room 83 or second room 84). In addition, if a reticle carrier transported to the delivery port 89 can contain a plurality of reticles, a rack for temporarily storing a plurality of reticles may be provided in the reserve room RI, particularly in a
25 position inside the first room 83 and near the reticle room 15 so that the plurality of reticles from the reticle carrier can be stored in the rack, the reticles

being to be used by the exposure apparatus. In this case, the time for replacing a reticle can be shortened.

It is remarked that although the first to third embodiments described the case where the reticle-gas-replacement room (or the reserve room) RI and the wafer-gas-replacement room WI are provided, both of them need not be provided. Because if the reticle room is smaller in size than the wafer room, the decrease of pressure and gas charge after carrying in a reticle, described above, do not take much time, the replacement of the gas inside the reticle room may be performed after the carrying-in of a reticle, and in such case, the reticle-gas-replacement room is not needed. Obviously, if the decrease of pressure and gas charge in the wafer room are performed after carrying a wafer into the wafer room, the wafer-gas-replacement room is not needed.

In addition, although each of the above embodiments described the case where a loader (transport system) is provided in each of the reticle-gas-replacement room and the wafer-gas-replacement room, not being limited to that, a loader may be provided in each of the wafer room and the reticle room. In this case, a loader need not be provided in the reticle-gas-replacement room and the wafer-gas-replacement room. Furthermore, a reticle library can be arranged in the reticle room 15, or a wafer container such as FOUP (Front Opening Unified Pod) or OC (Open Carrier) can be arranged in the wafer room. In these cases, the throughput can be improved because

the time for replacing a reticle or the time for replacing a wafer is shorter.

In addition, although each of the above embodiments described the case where the gas environments of the
5 reticle room 15 and the wafer room 40 are the same, in the wafer room 40, for example, low-absorbent gas may be made to flow only along the surface of a wafer W. In this case, it is desirable that discharge by vacuum and supply of low-absorbent gas be performed simultaneously. In this
10 case, the influence that the droplets of resist coating the wafer have on exposure can be reduced.

It is noted that although in the first to third embodiments the impurity-concentrations are different between the reticle room 15 or the wafer room 40 and the
15 reserve room thereof, if the reserve room is divided into a plurality of sub-rooms, the impurity-concentration of at least one of the sub-rooms has to be different from, specifically higher than, that of the reticle room 15 or the wafer room 40. It is remarked that when the impurity-
20 concentration of a sub-room connected with the reticle room 15 or the wafer room 40 is set to be higher, the impurity-concentrations of other sub-rooms that are located in the upper stream of the transport path for reticles or wafers should be equal to or higher than that
25 of the sub-room.

In addition, when the impurity-concentration of a sub-room is set to be higher than that of the reticle room 15, the wafer room 40, or other sub-rooms,

downstream of the sub-room in the transport path for reticles or wafers, the pressure inside the reticle room 15, the wafer room 40, or the sub-rooms may be set higher so that the gas of the sub-room having a higher
5 concentration of impurities does not flow into the reticle room 15, the wafer room 40, or the sub-rooms, where the impurity-concentrations are lower.

Moreover, when retrieving and using specific gas such as helium again, after having removed impurities
10 contained in the retrieved, specific gas by a chemical filter and the like so that the concentration of impurities decreases to less than the setting value, the specific gas may be supplied to the reticle room 15, the wafer room 40 and the reserve rooms. Alternatively, the
15 specific gas alone, or mixed with fresh specific gas, may be supplied to the reserve rooms and/or the reticle carrier while fresh specific gas is supplied to the reticle room 15 and the wafer room 40. In these cases, it is possible to reduce the cost of the specific gas and
20 control the impurity-concentrations of the reticle room 15, the wafer room 40 and the reserve rooms so as to be lower than respective target values.

Although in each of the above embodiments, the present invention is applied to a reduction projection
25 exposure apparatus of the step-and-repeat type, the application of the present invention is not limited to that. That is, the present invention can be suitably applied to a scanning exposure apparatus of a

step-and-scan type or the like. In this case, a reticle holder 14 is arranged on a reticle stage (not shown) such that a reticle R can be scanned in one or more dimensions, and the wafer stage WST is scanned synchronously with the scanning of the reticle stage. In this case, an interferometer for reticles may have the same structure as the above interferometer 37X and the like.

Additionally, it is preferable that the scanning stage for a reticle is a stage using levitation by gas flow, and the gas for levitating the stage should be the low-absorbent gas as described above.

It is noted that although in each of the above embodiments, F₂ laser of oscillation wavelength 157 nm, Kr₂ laser of oscillation wavelength 146 nm, Ar₂ laser of oscillation wavelength 126 nm or an ArF excimer laser of oscillation wavelength 193 nm is used as the light source of an exposure apparatus, the present invention is not limited to that. As a vacuum ultraviolet light other than the above laser lights, for example, a higher harmonic wave may be used which is obtained with wavelength conversion into ultraviolet by using non-linear optical crystal after having amplified a single wavelength laser light, infrared or visible, emitted from a DFB semiconductor laser device or a fiber laser by a fiber amplifier having, for example, erbium (or erbium and ytterbium) doped.

For example, considering that the oscillation wavelength of a single wavelength laser is in the range

of 1.51 to 1.59 μm , an eight-time-higher harmonic wave of which the wavelength is in the range of 189 to 199nm or a ten-time-higher harmonic wave of which the wavelength is in the range of 151 to 159nm is emitted. Especially, when
5 the oscillation wavelength is in the range of 1.544 to 1.553 μm , an eight-time-higher harmonic wave of which the wavelength is in the range of 193 to 194nm, that is, almost the same as ArF excimer laser light (ultraviolet light) is obtained, and when the oscillation wavelength
10 is in the range of 1.57 to 1.58 μm , a ten-time-higher harmonic wave of which the wavelength is in the range of 157 to 158nm, that is, almost the same as F_2 laser light (ultraviolet light) is obtained.

Furthermore, when the oscillation wavelength is in
15 the range of 1.03 to 1.12 μm , a seven-time-higher harmonic wave of which the wavelength is in the range of 147 to 160nm is emitted, and, especially, when the oscillation wavelength is in the range of 1.099 to 1.106 μm , a seven-time-higher harmonic wave of which the wavelength is in
20 the range of 157 to 158nm, that is, almost the same as F_2 laser light (ultraviolet light) is obtained. In this case, for example, ytterbium-doped fiber laser can be employed as the single wavelength laser.

Moreover, the scale of the projection optical system
25 is not limited to a reduced scale and may be an equal or magnified scale. Furthermore, for refraction optical elements of the projection optical system, quartz or fluorite can be used as the glass material when an ArF

excimer laser is employed, and only fluorite can be used as the glass material when light having a wavelength shorter than F_2 laser is employed.

Additionally, in an exposure apparatus of this invention, not being limited to a refraction optical system, a reflection system composed of only reflection optical elements or a reflection-refraction system (catadioptric system) having reflection optical elements and refraction optical elements may be used as the projection optical system. As a reflection-refraction type of projection optical system, a reflection-refraction system having a beam-splitter and concave mirror as reflection optical elements, which system is disclosed in, for example, Japanese Patent Laid-Open No. 8-171054 and U.S. Patent No. 5,668,672 corresponding thereto, and Japanese Patent Laid-Open No. 10-20195 and U.S. Patent No. 5,835,275 corresponding thereto, or a reflection-refraction system not having a beam-splitter but having a concave mirror, etc., as reflection optical elements, which system is disclosed in, for example, Japanese Patent Laid-Open No. 8-334695 and U.S. Patent No. 5,689,377 corresponding thereto, and Japanese Patent Laid-Open No. 10-3039 and U.S. Patent Application No. 873,605 corresponding thereto (application date: June 12, 1997), may be used. The disclosures in the above Japanese Patent Laid-Opens, U.S. Patents and U.S. Patent Application are incorporated herein by reference as long as the national laws in designated states or elected

states, to which this international application is applied, permit.

And as a reflection-refraction type of projection optical system, a reflection-refraction system, disclosed
5 in U.S. Patents No. 5,031,976, No. 5,488,229 and No. 5,717,518 in which a plurality of refraction optical elements and two mirrors (a concave mirror as a main mirror and a back surface mirror which is a refraction optical element or plane parallel plate having a
10 reflection surface formed on the opposite side to the incident surface thereof and which serves as a sub-mirror) are disposed along one axis and in which the intermediate image of a reticle pattern, which image is formed by the plurality of refraction optical elements,
15 is imaged on a wafer with the main and sub mirrors may be used. In this reflection-refraction system, the main and sub mirrors are arranged following the plurality of refraction optical elements; illumination light passes through part of the main mirror, is reflected by the sub-
20 mirror and the main mirror in turn, passes through part of the sub-mirror and reaches the wafer. The disclosures in the above U.S. Patents are incorporated herein by reference as long as the national laws in designated states or elected states, to which this international
25 application is applied, permit.

Needless to say, the present invention can be applied not only to a wafer exposure apparatus used in the manufacture of semiconductor devices but also to an

exposure apparatus that transfers a device pattern onto a glass plate and that is used in the manufacture of displays such as liquid crystal display devices, an exposure apparatus that transfers a device pattern onto a ceramic plate and that is used in the manufacture of thin magnetic heads, and an exposure apparatus used in the manufacture of pick-up devices (CCD, etc.) or micro-machines.

Moreover, the present invention can be applied not only to an exposure apparatus for producing micro devices such as semiconductor devices but also to an exposure apparatus that transfers a circuit pattern onto a glass substrate or silicon wafer so as to produce reticles or masks used by a light exposure apparatus, EUV (Extreme Ultraviolet) exposure apparatus, X-ray exposure apparatus, electron beam exposure apparatus, etc. Incidentally, in an exposure apparatus using DUV (far ultraviolet) light or VUV (vacuum ultraviolet) light, a transmission-type reticle is employed in general. And as the substrate of the reticle, quartz glass, quartz glass with fluorine doped, fluorite, magnesium fluoride, or quartz crystal is employed. And an X-ray exposure apparatus of a proximity method or electron beam exposure apparatus employs a transmission-type mask (stencil-mask, membrane-mask), and as the substrate of the mask, silicon wafer or the like is employed.

An exposure apparatus according to this invention such as the exposure apparatus 200 can be made in the

following manner. The illumination optical system and the projection optical system, which are composed of a plurality of lenses, are built in the housing of the exposure apparatus, and optical adjustment is performed thereto; the wafer stage (if of the scan type, the reticle stage as well) that consists of a number of mechanical parts is installed in the exposure apparatus housing and is connected with electric wires and pipes; the reticle room 15, the wafer room 40, the reticle-gas-replacement room (the reserve room) and the wafer-gas-replacement room are built into the exposure apparatus housing and are connected with gas pipes, and the control system including the main controller 100 is connected to the above components, and then overall adjustment (electrical adjustment, operation check and the like) is performed. Incidentally, it is preferable that the exposure apparatus is made in a clean room where temperature, cleanness and the like are controlled.

<<A device manufacturing method>>

Next, an embodiment of the method of manufacturing devices using a lithography system and exposure apparatus thereof according to the above embodiments will be described.

Fig. 10 is a flow chart for the manufacture of devices (semiconductor chips such as IC or LSI, liquid crystal panels, CCD's, thin magnetic heads, micro machines, or the like) in this embodiment. As shown in Fig. 10, in step 201 (design step), function/performance

design for the devices (e.g., circuit design for semiconductor devices) is performed and pattern design is performed to implement the function. In step 202 (mask manufacturing step), masks on which a different sub-pattern of the designed circuit is formed are produced.

5 In step 203 (wafer manufacturing step), wafers are manufactured by using silicon material or the like.

In step 204 (wafer processing step), actual circuits and the like are formed on the wafers by lithography or the like using the masks and the wafers prepared in steps 201 through 203, as will be described later. In step 205 (device assembly step), the devices are assembled from the wafers processed in step 204. Step 205 includes processes such as dicing, bonding, and packaging (chip

10 encapsulation).

15

Finally, in step 206 (inspection step), a test on the operation of each of the devices, durability test, and the like are performed. After these steps, the process ends and the devices are shipped out.

20 Fig. 11 is a flow chart showing a detailed example of step 204 described above in manufacturing semiconductor devices. Referring to Fig. 11, in step 211 (oxidation step), the surface of a wafer is oxidized. In step 212 (CVD step), an insulating film is formed on the

25 wafer surface. In step 213 (electrode formation step), electrodes are formed on the wafer by vapor deposition. In step 214 (ion implantation step), ions are implanted into the wafer. Steps 211 through 214 described above

constitute a pre-process for each step in the wafer process and are selectively executed in accordance with the processing required in each step.

When the above pre-process is completed in each step
5 in the wafer process, a post-process is executed as follows. In this post-process, first of all, in step 215 (resist formation step), the wafer is coated with a photosensitive material (resist). In step 216, the above exposure apparatus transfers a sub-pattern of the circuit
10 on a mask onto the wafer according to the above method. In step 217 (development step), the exposed wafer is developed. In step 218 (etching step), an exposing member on portions other than portions on which the resist is left is removed by etching. In step 219
15 (resist removing step), the unnecessary resist after the etching is removed.

By repeatedly performing these pre-process and post-process, a multiple-layer circuit pattern is formed on each shot-area of the wafer.

20 According to the device manufacturing method of this embodiment described above, in the exposure step (step 216), an exposure apparatus and exposure method according to any of the above embodiments is used, and it is possible to improve resolving power by using exposure
25 light in a vacuum ultraviolet light range and to accurately control exposure amount. Accordingly, highly-integrated devices having a minimum line width of about 0.1 μm can be manufactured with high yield.

INDUSTRIAL APPLICABILITY

As described above, an exposure apparatus and exposure method according to this invention is suitable to accurately form fine patterns on a substrate such as a wafer in the lithography process of manufacturing micro-devices such as integrated circuits. In addition, a device manufacturing method according to this invention is suitable to manufacture devices having a fine pattern.

WHAT IS CLAIMED IS:

1. An exposure apparatus that transfers a pattern of a mask onto a substrate by irradiating said mask with exposure-illumination light, the exposure apparatus
5 comprising:

a plurality of sealed rooms in each of which said mask is temporarily stored, including a mask room that covers at least an optical path near said mask of the optical path of said exposure-illumination light from
10 said mask to said substrate; and

wherein said sealed rooms are filled with the same kind of specific gas, or different kinds of specific gases, having a characteristic of absorbing little of said exposure illumination light, and wherein the
15 concentration of impurities in said specific gas in at least one of said sealed rooms is different from the concentration of impurities in said specific gas in said mask room.

20 2. An exposure apparatus according to claim 1, wherein said plurality of sealed rooms include said mask room and a mask-reserve room that is arranged adjacent to said mask room and that temporarily contains said mask before being carried into said mask room.

25

3. An exposure apparatus according to claim 2, wherein the concentration of impurities in said specific gas filling said mask room is lower than a first

concentration, and wherein the concentration of impurities in said specific gas filling said mask-reserve room is equal to a second concentration that is about 10 to 100 times said first concentration.

5

4. An exposure apparatus according to claim 3, wherein said mask-reserve room has two gates that include a gate provided on the boundary with said mask room and each of which is opened and closed by a door,

10 said exposure apparatus further comprising:

a gas-replacement mechanism that replaces gas in said mask-reserve room with said specific gas having an impurity concentration being about said second concentration before carrying said mask into said mask
15 room.

5. An exposure apparatus according to claim 4, wherein when said mask is carried into said mask-reserve room, said gas-replacement mechanism performs said gas
20 replacement by supplying said specific gas to said mask-reserve room after discharging gas in said mask-reserve room to decrease the internal pressure.

6. An exposure apparatus according to claim 4,
25 wherein a door that opens and closes said gate provided on the boundary with said mask room is a high-speed shutter.

7. An exposure apparatus according to claim 2,
wherein in a chamber constituting said mask-reserve room,
a delivery port is provided into and from which a sealed-
type mask container containing said mask and having a
5 door that can be opened and closed is loaded and unloaded,
and

wherein in said mask-reserve room, an open-close
mechanism is provided which opens and closes the door of
said mask container with isolating the inside of said
10 mask-reserve room from the outside.

8. An exposure apparatus according to claim 7,
wherein said mask-reserve room is divided into a
plurality of sub-rooms including a first room adjacent to
15 said mask room and a second room where said open-close
mechanism is provided, by division walls having a door
that can be opened and closed, and

wherein the concentrations of impurities in said
specific gas in said plurality of sub-rooms are set such
20 that the concentration of impurities in said specific gas
in said first room is not lower than said first
concentration and lower than the concentration of
impurities in said specific gas in said second room.

9. An exposure apparatus according to claim 7,
25 wherein said mask container is a bottom-open-type mask
container on the bottom of which said door is provided.

10. An exposure apparatus according to claim 2, wherein in a path for carrying said mask, an energy-beam-emitting portion is provided which irradiates said mask with an energy beam in an ultraviolet range.

5

11. An exposure apparatus according to claim 10, wherein said energy-beam-emitting portion is provided in said mask-reserve room.

10 12. An exposure apparatus according to claim 2, wherein in said mask-reserve room, a mask-transport system is arranged which transports said mask from and to said mask room.

15 13. An exposure apparatus according to claim 1, further comprising:

a projection optical system that projects said exposure-illumination light emitted from said mask onto said substrate, and

20 wherein said mask room covers the optical path between said mask and said projection optical system.

14. An exposure apparatus according to claim 1, further comprising:

25 a mask-store portion that stores said mask; and
a mask-transport system that transports said mask between said mask-store portion and said mask room.

15. An exposure apparatus according to claim 14, wherein said mask-store portion is a mask library that stores a plurality of masks that are of the same type as said mask.

5

16. An exposure apparatus according to claim 15, wherein said mask library stores said mask contained in a mask case, further comprising:

10 a gas-supply mechanism that can supply said specific gas into said mask case stored.

17. An exposure apparatus according to claim 16, wherein said mask case is a sealed-type mask case that
15 stores at least a mask and that has a door that can be opened and closed,

wherein said mask-transport system transports said mask contained in a mask case to any one of said sealed rooms except for said mask room, and wherein in said
20 sealed room a door-open-close mechanism is provided which opens and closes the door of said mask case.

18. An exposure apparatus according to claim 14, wherein said mask-store portion is a sealed-type mask
25 container that is arranged inside or outside any one of said sealed rooms except for said mask room, that stores at least a mask and that has a door that can be opened and closed, and

wherein in said sealed room, an open-close mechanism is provided which opens and closes the door of said mask container with isolating the inside of said sealed room from the outside.

5

19. An exposure apparatus according to claim 1, further comprising:

a substrate room constituted by a sealed room that covers at least an optical path near a substrate of the
10 optical path of said exposure-illumination light from said mask to said substrate and that is filled with said specific gas.

20. An exposure apparatus according to claim 19,
15 further comprising:

a substrate-reserve room constituted by a sealed room that is arranged adjacent to said substrate room and that temporarily stores said substrate before being carried into said substrate room; and

20 a gas-replacement mechanism that replaces gas in said substrate-reserve room with said specific gas.

21. An exposure apparatus according to claim 19, further comprising:

25 a projection optical system that projects said exposure-illumination light emitted from said mask onto said substrate, and

wherein said substrate room covers the optical path between said substrate and said projection optical system.

22. An exposure apparatus that transfers a pattern
5 of a mask onto a substrate by irradiating said mask with exposure-illumination light, the exposure apparatus comprising:

a plurality of sealed rooms in each of which said substrate is temporarily stored, including a substrate
10 room that covers at least an optical path near said substrate of the optical path of said exposure-illumination light from said mask to said substrate; and

wherein said sealed rooms are filled with the same kind of specific gas, or different kinds of specific
15 gases, having a characteristic of absorbing little of said exposure illumination light, and wherein the concentration of impurities in said specific gas in at least one of said sealed rooms is different from the concentration of impurities in said specific gas in said
20 substrate room.

23. An exposure apparatus according to claim 22, wherein said plurality of sealed rooms include said substrate room and a substrate-reserve room that is
25 arranged adjacent to said substrate room and that temporarily contains said substrate before being carried into said substrate room.

24. An exposure apparatus according to claim 23,
wherein said substrate-reserve room has two gates that
include a gate provided on the boundary with said
substrate room and each of which is opened and closed by
5 a door,
further comprising:

a gas-replacement mechanism that replaces gas in
said substrate-reserve room with said specific gas having
an impurity concentration being a predetermined
10 concentration before carrying said substrate into said
substrate room.

25. An exposure apparatus according to claim 24,
wherein a door that opens and closes said gate provided
15 on the boundary with said substrate room is a high-speed
shutter.

26. An exposure apparatus according to claim 24,
wherein when said substrate is carried into said
20 substrate-reserve room, said gas-replacement mechanism
performs said gas replacement by supplying said specific
gas to said substrate-reserve room after discharging gas
in said substrate-reserve room to decrease the internal
pressure.

25

27. An exposure apparatus according to claim 23,
wherein in said substrate-reserve room, a substrate-

transport system is arranged which transports said substrate from and to said substrate room.

28. An exposure apparatus according to claim 22,
5 further comprising:

a substrate stage that moves with holding said substrate; and

an interferometer that projects a measurement beam through a light-transmission window onto a reflection
10 surface provided on said substrate stage and detects the position of said substrate stage by receiving the reflected light.

29. An exposure apparatus according to claim 22,
15 further comprising:

a substrate stage that moves parallel to a guide plane with holding said substrate; and

a gas-static-pressure bearing unit that is provided on said substrate stage and levitates said substrate
20 stage with respect to said guide plane in non-contact and in a supported manner by static pressure of said specific gas in a gap between said guide plane and said bearing unit, said static pressure being generated by blowing said specific gas against said guide plane.

25

30. An exposure apparatus that transfers a pattern of a mask onto a substrate by irradiating said mask with

exposure-illumination light, the exposure apparatus comprising:

a sealed room that stores said mask so as to expose said substrate to said exposure-illumination light and
5 that is filled with specific gas having a characteristic of absorbing little of said exposure illumination light; and

a gas-charging mechanism that charges a sealed-type mask case containing said mask with said specific gas
10 again after the completion of exposure using said mask in said sealed room.

31. An exposure apparatus according to any one of claims 4, 20 and 24, wherein said gas-replacement
15 mechanism performs said gas replacement by making said specific gas flow continuously.

32. An exposure apparatus according to one of claims 5 and 26, wherein said gas-replacement mechanism
20 spends time not less than 10 seconds in performing said gas replacement.

33. An exposure apparatus according to any one of claims 1 through 30, wherein part of at least one of said
25 sealed rooms, which part contacts said specific gas, is coated with material emitting little gas.

34. An exposure apparatus according to any one of claims 1 through 30, wherein said specific gas is supplied and used in a circulated manner in at least one of said sealed rooms.

5

35. An exposure apparatus according to claim 34, wherein said sealed room where specific gas is used in a circulated manner is connected with a supply system and exhaust system for said specific gas, and wherein a chemical filter that removes said impurities is arranged in both said supply system and exhaust system.

36. An exposure apparatus according to any one of claims 1 through 30, wherein said exposure-illumination light is light having a wavelength not longer than 200nm.

37. An exposure apparatus according to claim 36, wherein said specific gas is substantially composed of any number of gases out of nitrogen, argon, helium, neon and krypton.

38. An exposure method that transfers a pattern of a mask onto a substrate by irradiating said mask with exposure-illumination light, the exposure method comprising:

a first step of filling a sealed space that covers at least an optical path near said mask of the optical path of said exposure-illumination light from said mask

to said substrate with low-absorbent gas that has an impurity concentration lower than a first concentration and that has a characteristic of absorbing little of said exposure illumination light;

- 5 a second step of temporarily storing said mask in a reserve room adjacent to said sealed space before carrying said mask into said sealed space and replacing gas in said reserve room with said low-absorbent gas that has an impurity concentration not lower than a first
- 10 concentration and lower than a second concentration; and
- a third step of transporting said mask to a predetermined position in said sealed space and transferring said pattern onto said substrate.

- 15 39. An exposure method that transfers a pattern of a mask onto a substrate by irradiating said mask with exposure-illumination light, the exposure method comprising:

- a first step of filling a sealed space that covers
- 20 at least an optical path near said substrate of the optical path of said exposure-illumination light from said mask to said substrate with low-absorbent gas that has an impurity concentration lower than a first concentration and that has a characteristic of absorbing
- 25 little of said exposure illumination light;

- a second step of temporarily storing said substrate in a reserve room adjacent to said sealed space before carrying said substrate into said sealed space and

replacing gas in said reserve room with said low-absorbent gas that has an impurity concentration not lower than a first concentration and lower than a second concentration; and

- 5 a third step of transporting said substrate to a predetermined position in said sealed space and transferring said pattern onto said substrate.

40. An exposure method according to one of claims 10 38 and 39, wherein in the gas replacement of said second step, said low-absorbent gas is supplied to said reserve room after discharging gas in said reserve room to decrease the internal pressure.

- 15 41. An exposure method according to one of claims 38 and 39, wherein said exposure-illumination light is light having a wavelength not longer than 200nm.

42. An exposure method according to claim 41, 20 wherein said low-absorbent gas is substantially composed of any number of gases out of nitrogen, argon, helium, neon and krypton.

43. A device manufacturing method including a 25 lithography process, wherein in said lithography process, exposure is performed using an exposure apparatus according to any one of claims 1 through 30.

44. A device manufacturing method including a lithography process, wherein in said lithography process, exposure is performed using an exposure method according to one of claims 38 and 39.

A B S T R A C T

After a mask (R) is carried into a reserve room (RI) for temporarily storing before carrying into a mask room (15) filled with specific gas that has an impurity concentration lower than a first concentration (e.g. 5 1ppb) and that has a characteristic of absorbing little of exposure light, gas-replacement mechanisms (23, 24, etc.) replace gas in the reserve room with specific gas having an oxygen concentration (e.g. 10ppb) not lower 10 than the first concentration. Therefore, when subsequently carrying the mask (R) into the mask room, impurities from the outside (including absorbent gas) can be substantially prevented from getting into the optical path inside the mask room. When replacing a wafer (W), 15 gas in a reserve room (WI) is also replaced in the same way as the above. Accordingly, it is possible to suppress the decrease and variation of transmission of exposure light in optical paths inside the mask room and substrate room and to obtain stable and enough exposure power, the 20 decrease and variation being caused by the absorption of exposure light energy. Additionally, because impurity concentrations of specific gas in the reserve rooms are set to be higher than those of the mask room and substrate room, the cost of the equipment, which is 25 needed to set and keep the specific gas environment in the reserve rooms, can be reduced.

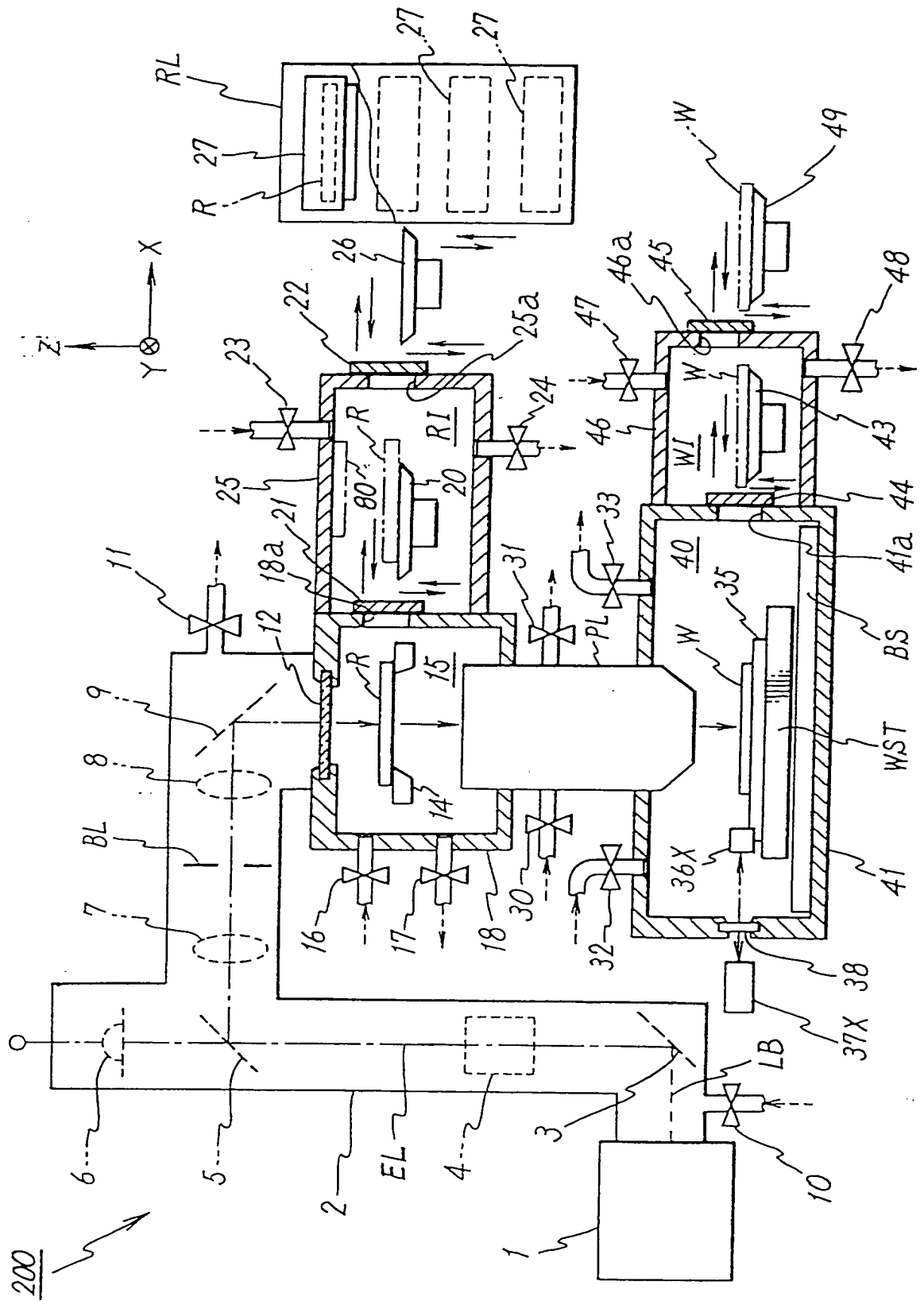


Fig. 2

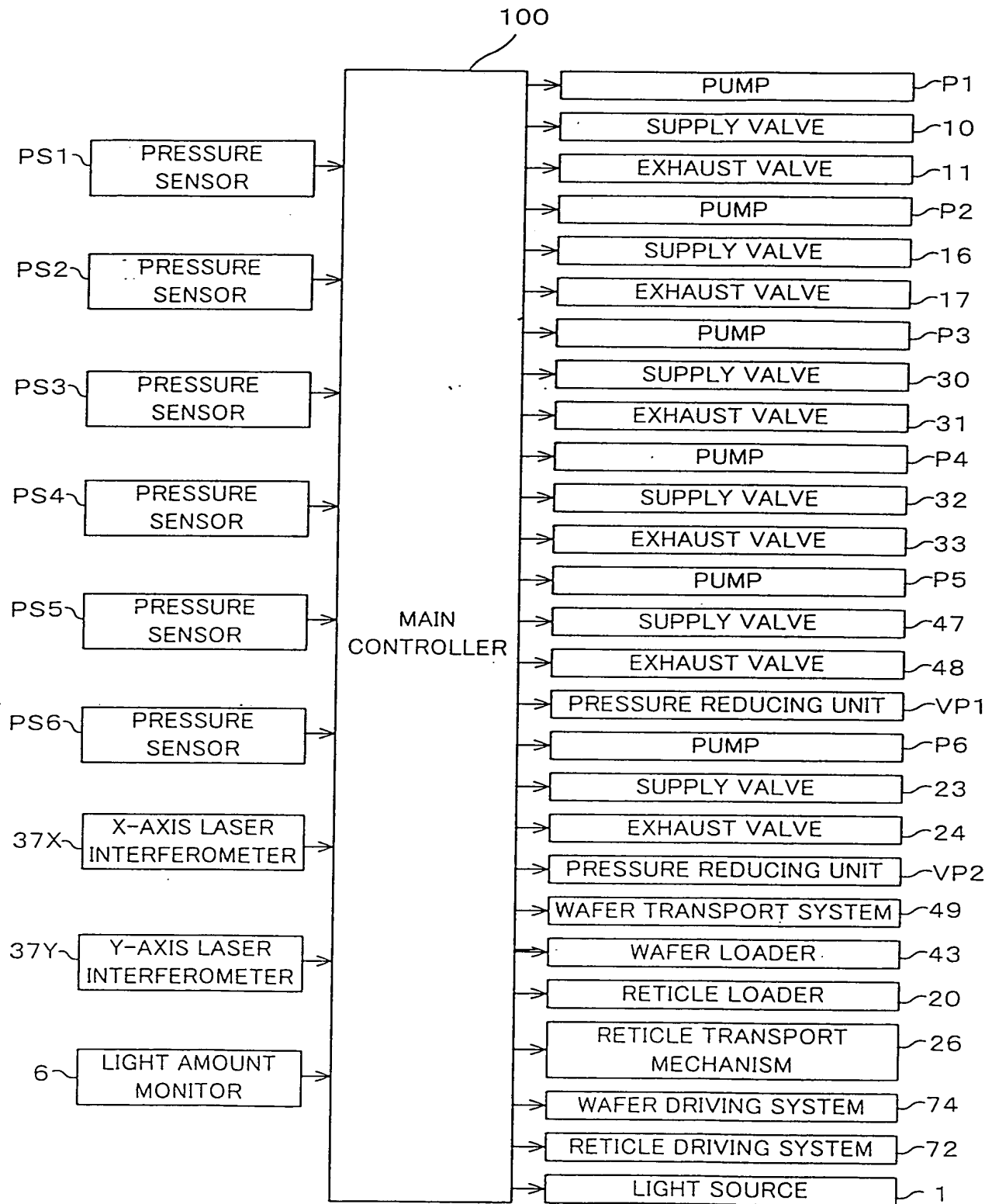


Fig. 3

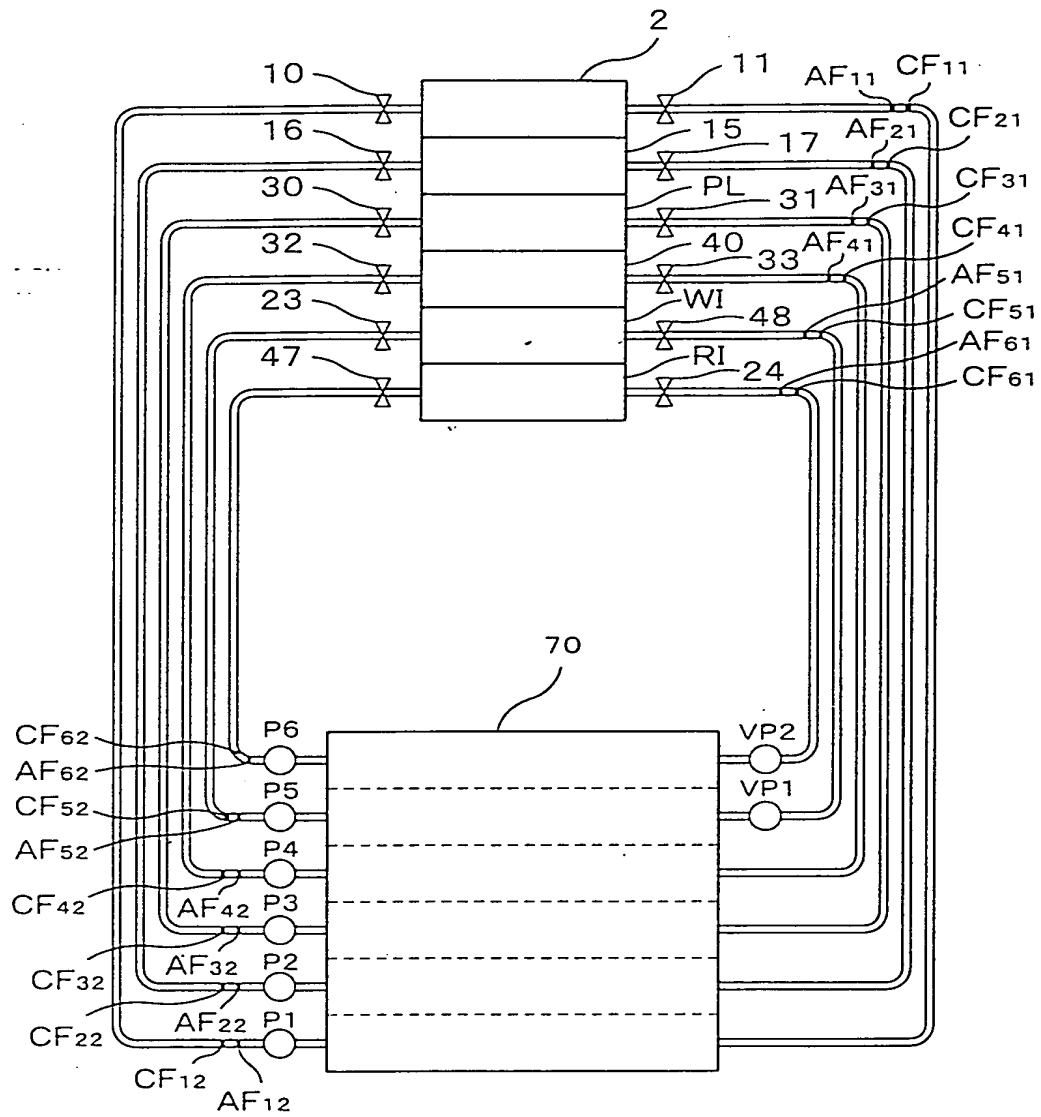


Fig. 4A

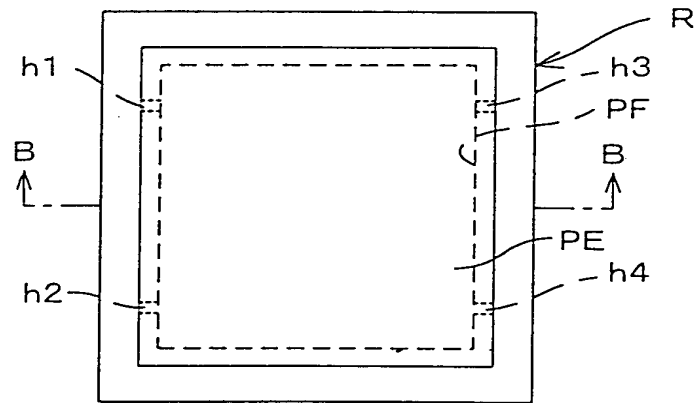


Fig. 4B

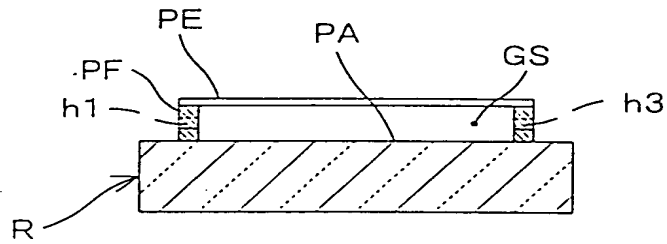


Fig. 5

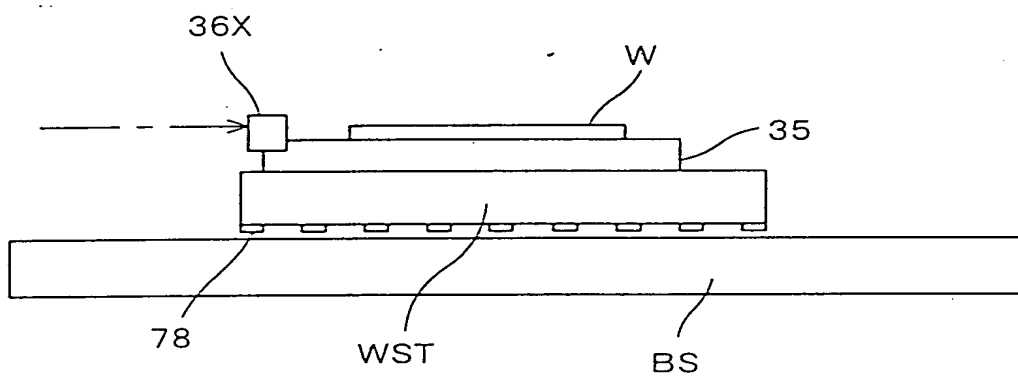


Fig. 6

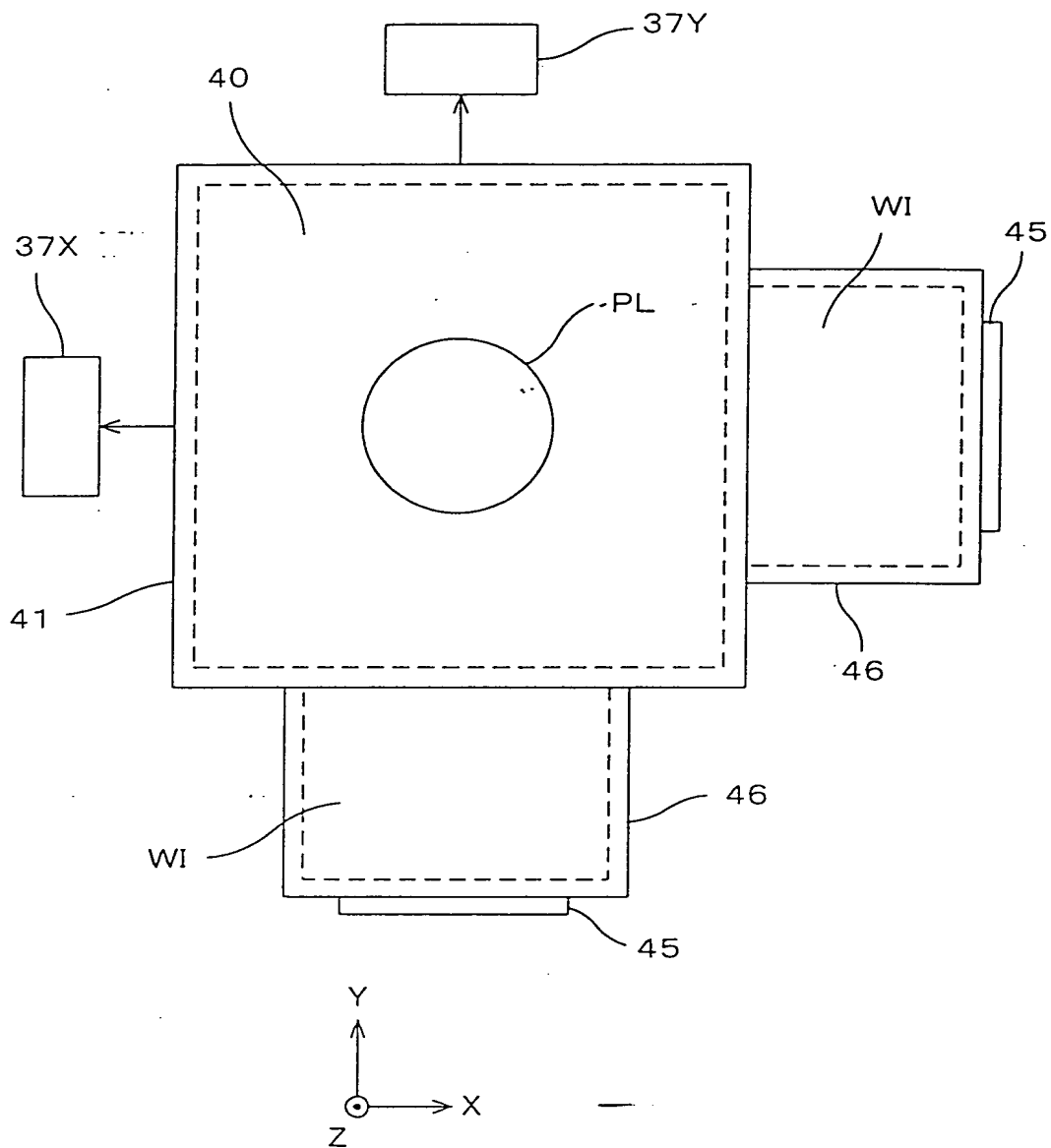


Fig. 7

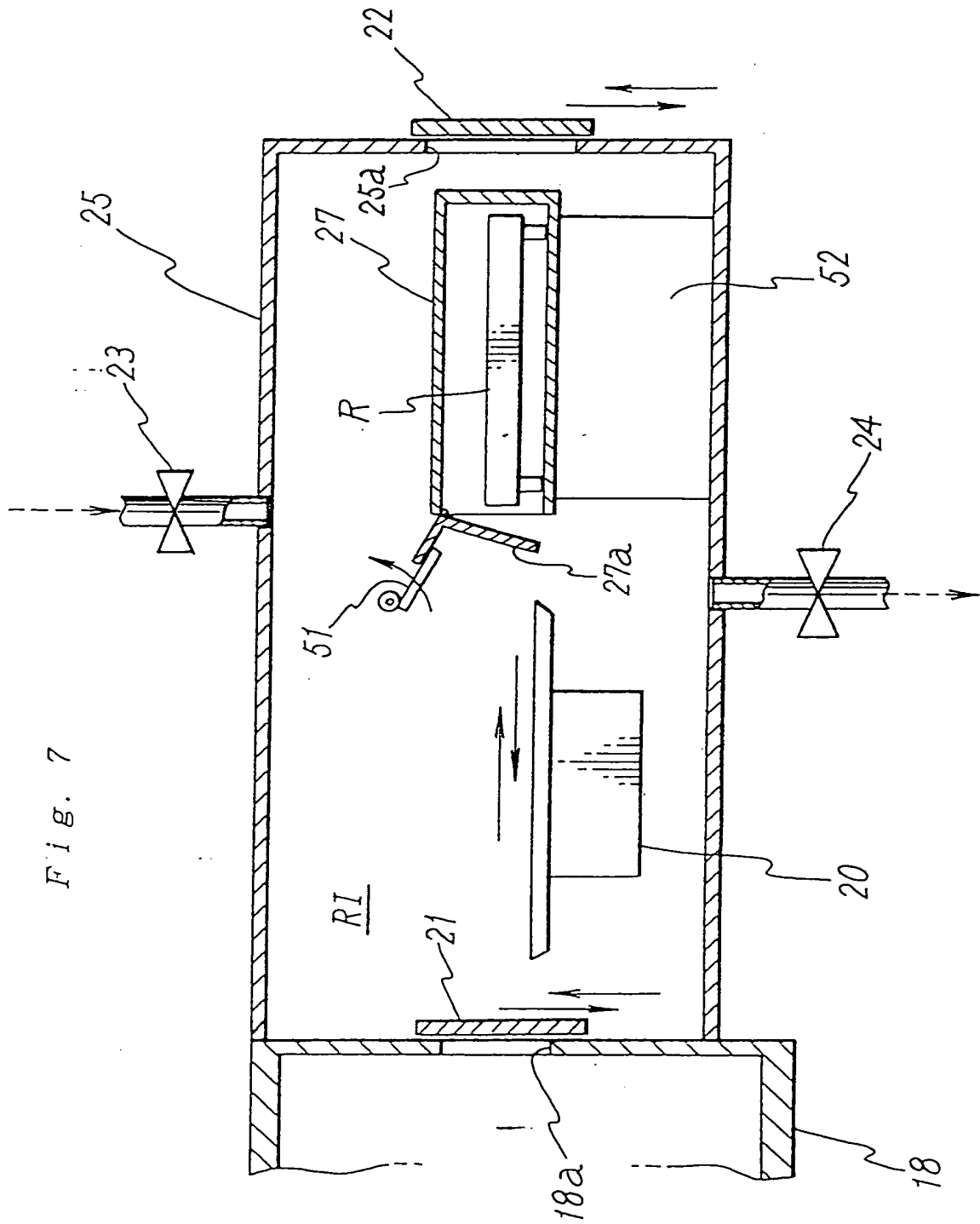


Fig. 8A

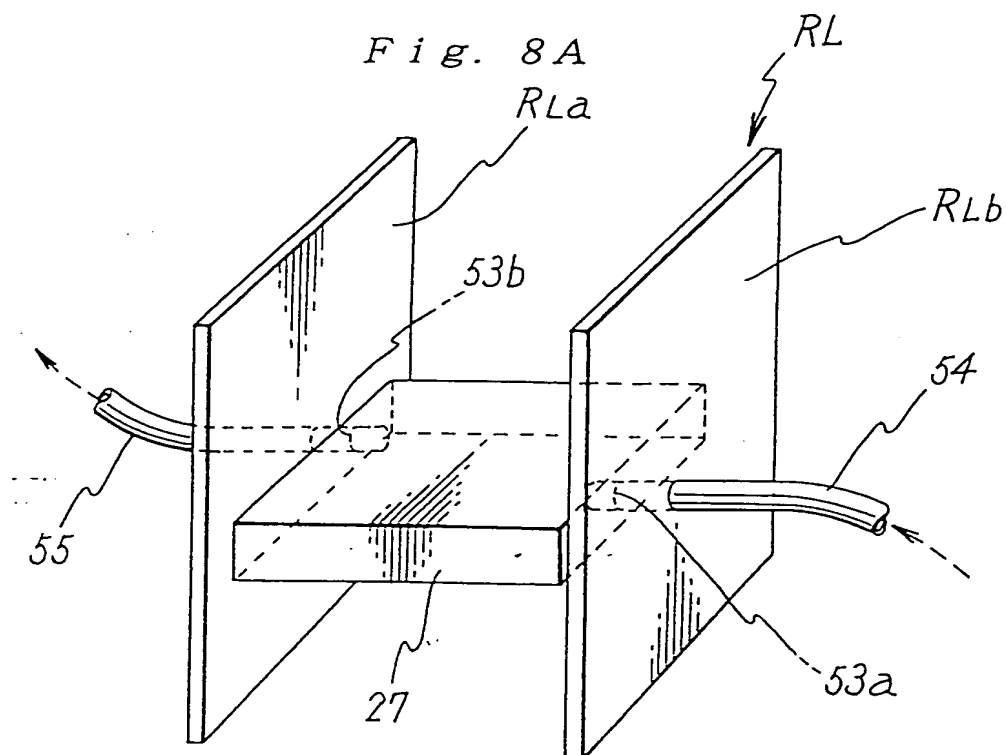


Fig. 8B

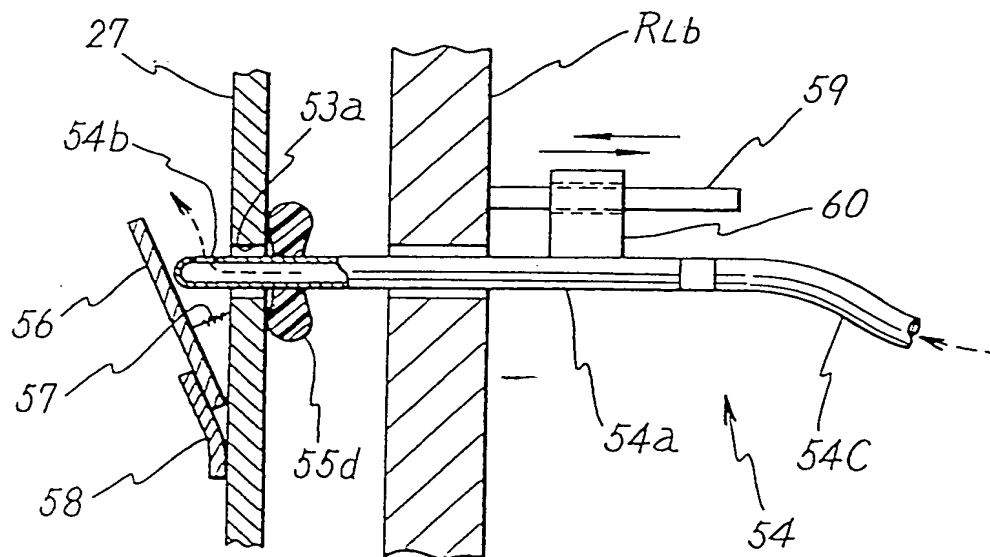


Fig. 9

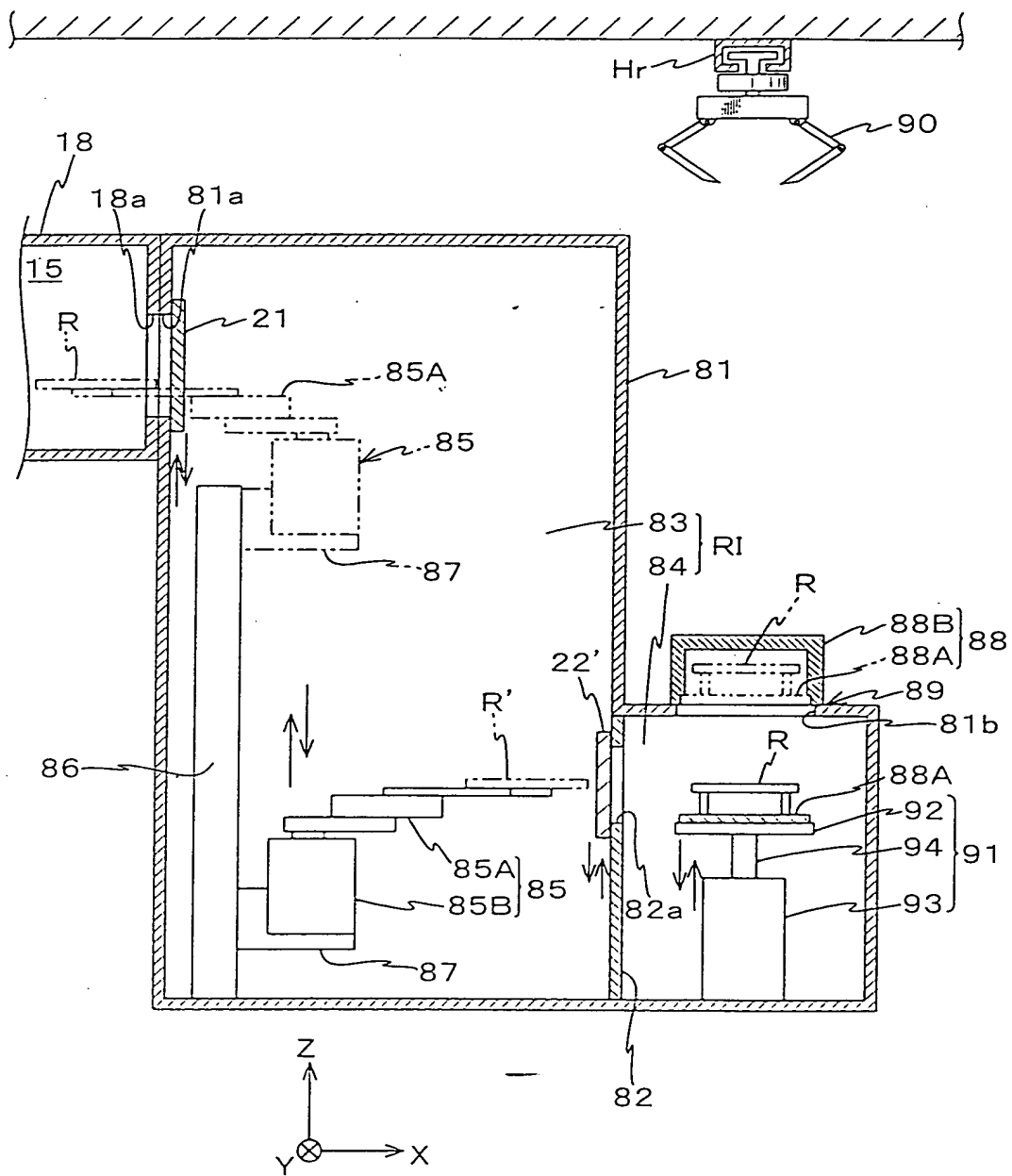


Fig. 10

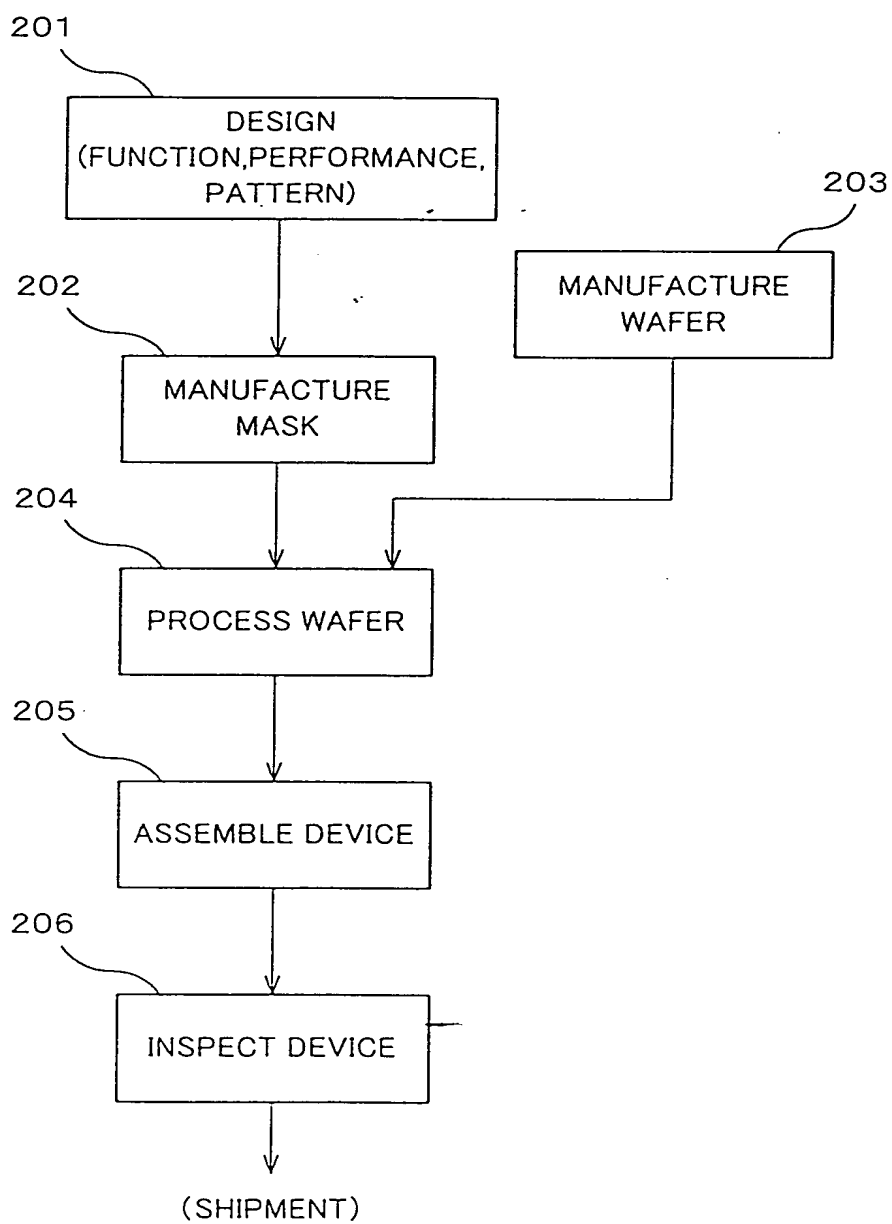


Fig. 11

